Handbuch

der

chemischen Technologie.

Von

Dr. Ferdinand Fischer
Professor an der Universität Göttingen.

15. umgearbeitete Auflage.

1. bis 11. Auflage von R. von Wagner.

V. 1. Inorganic

1. Band: Unorganischer Theil.

Mit 607 Abbildungen.

Leipzig
Verlag von Otto Wigand.
1900.

Handbuch

der

chemischen Technologie.

Von

Dr. Ferdinand Fischer
Professor an der Universität Göttingen.

15. umgearbeitete Auflage.
1. bis 11. Auflage von R. von Wagner.

1. Band: Unorganischer Theil.

Mit 607 Abbildungen.

Leipzig
Verlag von Otto Wigand.
1900.

Vorwort.

Die erste Auflage der Chemischen Technologie von Rud. Wagner erschien im Jahre 1850. Im Herbst 1880 erschien bereits die 11. Auflage; am 4. October 1880 starb Wagner. Im März 1885 erschien die vom Verf. umgearbeitete 12. Auflage, bei welcher noch die Anordnung Wagner's beibehalten war, die aber bei der 13. Auflage (1889) verlassen werden musste, weil sie die Uebersicht zu sehr erschwerte; diese Bearbeitung wurde bereits als völlig selbstständig anerkannt (J. 1890, 608). Die nächste Auflage erschien im Jahre 1893.

Schon vor 2 Jahren war eine neue Auflage erforderlich. Wegen sonstiger Arbeiten konnten aber bis Herbst 1899 nur die ersten 22 Bogen fertig gestellt werden und in diesem Sommer die Gruppen III und IV. Damit ist der unorganische Theil (einschl. Brennstoffe und Sprengstoffe) des Handbuches abgeschlossen und erscheint als erster Band; der zweite Band, enthaltend den organischen Theil, folgt baldigst.

Die vorliegende 4. (und mit Einrechnung der Wagner'schen die 15.) Auflage musste den gewaltigen Fortschritten auf diesem Gebiete entsprechend zum grossen Theil wieder völlig umgearbeitet werden; mehrere Abschnitte (elektrische Herstellung von Alkalien und Chlor, Carbide u. dgl.) wurden neu eingefügt, die übrigen Abschnitte überall ergänzt, unter möglichst vollständiger Angabe der Literatur (der Kürze wegen ist meist auf Fischer's Jahresberichte der chem. Technologie = J. verwiesen). —

Karl Karmarsch[1]) schrieb 1872: „Der Technologie wird nicht selten — freilich nur von Solchen, welche ihr Wesen und ihre Zielpunkte nicht verstehen[2]) — der Charakter einer gesonderten Wissenschaft abgesprochen. Man meint, ihr ganzer Inhalt sei aus Bruchstücken der Chemie und der Maschinenmechanik zusammengestellt. Der beste Beweis gegen dieses schiefe Urtheil liegt in der Erfahrung, dass so wenig Chemiker und Maschinenkundige zugleich Technologen sind“ [3]).

Bekanntlich wurde die Technologie[4]) als Wissenschaft durch Beckmann[5]),

---

1) Karmarsch: Geschichte der Technologie (München, 1872) S. 4.

2) Vgl. Chem. Industrie 1897, 487.

3) Vgl. Zeitschr. f. angew. Chemie 1898, 687, 758 u. 1167.

4) Λόγος τῆς τέχνης — die Vernunft des Gewerbes.

5) Joh. Beckmann: Anleitung zur Technologie oder zur Kenntniss der Handwerke, Fabriken und Manufacturen (Göttingen).

Prof. an der Universität Göttingen, begründet und gelehrt[1]). Besonders die c mische Technologie wurde ein halbes Jahrhundert hindurch an den deutschen Un versitäten gepflegt, dann fingen auch die neugegründeten Gewerbeschulen b polytechnischen Schulen an sich an der weiteren Ausbildung dieser Wissenschaft betheiligen[2]). In den letzten 50 Jahren wurde aber besonders an technischen Ho schulen chemische Technologie gelehrt, während die Universitäten dieselbe meist v nachlässigten und erst seit einigen Jahren — mit Recht — wieder aufgenommen hab

Sehr oft werden technische Chemie und chemische Technologie verwechselt; mögen daher noch folgende Erklärungen festgestellt werden:

Technische Chemie ist (wie auch Nahrungsmittelchemie, gerichtliche, ana tische, physiologische, landwirthschaftliche u. s. w. Chemie) ein Zweig der ang wandten Chemie, ist die Chemie in Anwendung auf die Technik.

Sie behandelt daher lediglich die chemischen Processe, welche in d Technik vorkommen, Apparate nur, soweit sie für das Verständniss der chemisch Vorgänge erforderlich sind. Wirthschaftliche Fragen, Statistik u. s. w. kommen nic in Betracht.

Dagegen ist chemische Technologie die wissenschaftliche Leh von der chemischen Technik. Sie beschränkt sich nicht — wie die technisc Chemie — auf die chemischen Reactionen, welche in der Technik Verwendu finden, sondern behandelt die betreffenden Zweige der Industrie als solche. Es si also auch die Rohstoffe und Zwischenproducte, die zur vortheilhaften Verarbeitu derselben erforderlichen Apparate, die gewonnenen Producte, Nebenproducte u Abfälle, die Beziehungen der einzelnen Fabrikationszweige zu einander, unter Berüc sichtigung der wirthschaftlichen Bedeutung derselben wissenschaftlich zu behande

Dieses waren die Gesichtspunkte, welche mich auch bei dieser Neubearbeitung d „Handbuches" leiteten.

Göttingen, August 1900.
(Hohestr. 1.)

Der Verfasser.

---

1) Sein betr. Buch erschien im J. 1777. Gegen Ende des 18. Jahrh. war nach den V lesungsverzeichnissen die Technologie an der Universität Göttingen in folgender Weise vertrete

Sommer 1797.

Beckmann: Technologie 5 St.
Mehlburg: Technologie 5 St.
Canzler: Waarenkunde 4 St.
Lentin: Technische Chemie 5 St.
Lentin: Oekonomische Chemie 5 St.

2) Vgl. besonders F. Fischer: Das Studium der technischen Chemie an d Universitäten und technischen Hochschulen Deutschlands und das Chemikerexamen (Brau schweig, 1897). — Derselbe: Chemische Technologie an den Universitäten und tec nischen Hochschulen Deutschlands (Braunschweig, 1898).

Inhalt.

I. Abschnitt.

Technologie der Brennstoffe.

(Seite 1 bis 153.)

II. Abschnitt.

Metallgewinnung.

(Seite 154 bis 354.)

III. Abschnitt.

Chemische Fabrikindustrie; unorganisch.

(Seite 355 bis 686.)

IV. Abschnitt.

Glas, Thonwaaren und Mörtelstoffe.

(Seite 687 bis 776.)

I. Abschnitt.

Technologie der Brennstoffe.

Die Brennstoffe und deren Verarbeitung.

Als Brennstoffe bezeichnet man diejenigen organischen Stoffe, welche — entprechend erwärmt — sich unter Licht- und Wärmeentwicklung mit dem Sauerstoff ler atmosphärischen Luft wesentlich zu Kohlensäure und Wasser verbinden[1]). Die rorwiegend zur Wärmeentwicklung verwendeten Brennstoffe: Holz, Torf, Braunkohle und Steinkohle (welche von den wesentlich zur Lichtentwicklung verwenleten Fetten, Erdöl u. dgl. gesondert besprochen werden sollen) bestehen hauptsächlich ius Zellstoff: $C_6H_{10}O_5$ oder sind daraus entstanden, indem durch Abspalten von Vasser, Kohlensäure, Methan u. dgl. kohlenstoffreichere Reste zurückblieben[2]), wie iachfolgende Zusammenstellung — auf wasser- und aschenfreie Stoffe berechnet und ibgerundet — zeigt:

	Kohlenstoff Proc.	Wasserstoff Proc.	Sauerstoff (+ N) Proc.	Brennwerth w[3])
Holz (S. 10)	49	6	45	4100
Torf (S. 16)	55	5	40	4500
Braunkohle (S. 17)	66	5	29	5700
Steinkohle (S. 18)	86	4	10	8000
Anthracit (S. 19)	94	3	3	8200

Deutschland hat 14 Millionen Hektaren Waldfläche[4]). Nun beträgt im Schwarzvalde der jährliche Zuwachs auf 1 ha Bodenfläche im Mittel 3400 k Fichtenholz, in

1) Ausgeschlossen sind also sowohl Chlor in Wasserstoff u. dgl., wie auch Schwefel, Phosphor, die Metalle.

2) Vgl. Ferd. Fischer: Chemische Technologie der Brennstoffe (Braunschweig, 1897) S. 457.

3) Abkürzungen der Maasse, Gewichte u. s. w.:

Meter	*m*	Gramm	*g*	Hektowärmeeinh. (100 w)	*hw*
Centimeter	*cm*	Milligramm	*mg*	Wärmeeinheit (Kilo)	*w*
Millimeter	*mm*	Hektoliter	*hl*	Grammwärmeeinheit	*cal*
Cubikmeter	*cbm*	Liter	*l*	Meterkilogramm	*mk*
Hektokilogramm (100 k)	*hk*	Cubikcentimeter	*cc*	Pferdestärke	*Pf.*
Kilogramm	*k*	Tonne (1000 k)	*t*		

4) Vgl. Zft. f. angew. Chem. 1897, 480.

den Vogesen 3650 k Buchenholz. Der jährliche Zuwachs an Holz in Deutschl[illegible] beträgt darnach etwa 50 Millionen Tonnen, wovon etwa 40 Millionen früher o[illegible] später zur Verbrennung kommen. Die dabei freiwerdende Wärme (bez. das Li[illegible] lieferte die Sonne. Verbrennt z. B. Zellstoff:

$$C_6H_{10}O_5 + 6O_2 = 6CO_2 + 5H_2O,$$

so werden für je 1 k Zellstoff 4200 w entwickelt. Umgekehrt müssen zur Bild[illegible] von 1 k Zellstoff:

$$6CO_2 + 5H_2O = C_6H_{10}O_5 + 6O_2,$$

von den Sonnenstrahlen 4200 w gebunden werden. Darnach entzieht 1 qm W[illegible] fläche den Sonnenstrahlen jährlich durchschnittlich etwa 1400 w, somit, da der Ba[illegible] wuchs sich wesentlich auf etwa 140 Tage beschränkt, täglich durchschnittlich 10[illegible] Diese 10 w auf 1 qm oder 100000 w auf 1 ha Wald entsprechen dem durchschn[illegible] lichen täglichen Wärmeunterschied zwischen Wald und öder Fläche, aber auch [illegible] Grösse der Nutzbarmachung der Sonnenenergie durch den Wa[illegible] welche nur etwa 4 bis 5 Proc. der in unseren Breitengraden verfügbaren Sonn[illegible] energie (auf 1 qm etwa 30000 w jährlich) ausmachen. Könnte der Baum alle Sonn[illegible] energie binden, so würde es im Walde finster und kalt sein.

Wir verbrauchen jetzt aber nicht nur die zur Zeit von der Sonne geliefe[illegible] Wärme, sondern auch die vor Jahrtausenden von Jahren in den Pflanzenresten (Bra[illegible] kohlen, Steinkohlen) aufgespeicherte Sonnenwärme, ein Kraft- bez. Wär[illegible] und Lichtvorrath, welcher zweifellos täglich geringer und allmählich erschö[illegible] werden wird [1]. Es sollte dieses eine ernste Mahnung sein, die Brennstoffe nicht so[illegible] verschwenden, wie es bisher meist geschieht, wenigstens so lange auf gute A[illegible] nutzung derselben zu achten, als wir noch keine anderen Mittel kennen, Arbeit, [illegible] Wärme und Licht in genügender Menge auf andere Weise zu erzeugen. Die V[illegible] wendung von Wasserkräften zur Elektricitätserzeugung ist doch erst ein schwac[illegible] Versuch in dieser Richtung.

Die Wichtigkeit, ja Unentbehrlichkeit der Brennstoffe für die ganze Industrie[illegible] unseren Breitengraden sogar für das Leben der Menschen überhaupt, rechtfertigt[illegible] wenn wir hier die Verwerthung der Brennstoffe eingehender berücksichti[illegible] als es sonst meist geschieht.

Wärmemessung.

Geschichte. Das erste Thermometer soll von Galilei im J. 1556 hergestellt sein, jedoch bestritten wird, so dass man in der Regel das erste Thermometer dem C. Drebbel (1[illegible] zuschreibt. Dasselbe besteht aus einer Kugel mit angeschmolzener Röhre, deren Mündun[illegible] ein Gefäss mit einer verdünnten Kupfernitratlösung tauchte. Becher (1680) u. A. [2] verbesse[illegible] diese Luftthermometer durch Berücksichtigung des Druckes der äusseren Atmosphäre u. [illegible] Das erste Weingeistthermometer wurde etwa im J. 1640 von Moriani für die Florentiner A[illegible] demie hergestellt. Réaumur (1730) verwandte ebenfalls Weingeist, Newton (1701) Le[illegible] Fahrenheit in Danzig (1709) zuerst Quecksilber. Das erste Metallthermometer wurde [illegible] Mortimer (1746) hergestellt. Renaldini (1694) schlug zuerst die Verwendung von Eis [illegible] siedendem Wasser zur Feststellung der festen Punkte vor.

Da noch jetzt in England und Nordamerika fast ausschliesslich die Thermom[illegible] nach Fahrenheit, sonst aber — namentlich in den Gährungsgewerben u. s. w. neben den Graden von Celsius auch noch die von Réaumur (de Luc) gebra[illegible]

---

1) Allein Deutschland verbraucht von diesem Wärmevorrath jede Minute rund 1 Milli[illegible] Wärmeeinheiten (vgl. J. 1887, 17).

2) Ausführlich in Ferd. Fischer: Chemische Technologie der Brennstoffe (1886) S[illegible] vgl. J. 1887, 20.

erden, so wird die Bemerkung nicht überflüssig sein, dass die Umrechnung derselben
ı folgender Weise ausgeführt werden kann:

$$F. = \frac{9}{4} R. + 32 = \frac{9}{5} C. + 32$$
$$R. = \frac{4}{9} (F. - 32); \; C. = \frac{5}{9} (F. - 32) = \frac{5}{4} R.$$

In diesem Buche werden alle Temperaturgrade nach Celsius angegeben.

Uebersicht der gebräuchlichsten Thermometer. Die bisher ge-
achten zahlreichen Vorschläge zur Wärmemessung suchen diese Aufgabe zu
sen durch Benutzung folgender Erscheinungen:

1. Ausdehnung fester, flüssiger und luftförmiger Stoffe.
2. Aenderung des Aggregatzustandes.
3. Dissociation; optische und akustische Erscheinungen.
4. Elektrische Erscheinungen.
5. Vertheilung der Wärme.

1. Die Ausdehnung der Metalle hat man namentlich zur Bestimmung hoher
emperaturen benutzt[1]. Alle diese Metallthermometer oder Pyrometer sind aber
ızuverlässig.

Die wichtigsten Wärmemessvorrichtungen sind die Quecksilberthermo-
eter. Für Temperaturen von 250 bis 350° sind solche zu wählen, deren Raum
er dem Quecksilber mit Stickstoff oder Kohlensäure gefüllt ist. Stehen diese Gase
ter Druck, so können diese Thermometer bis 400°, selbst bis 550° verwendet
erden und bilden dann die bequemste und sicherste Vorrichtung zum Messen solcher
ärmegrade.

Beachtenswerth ist nur die Veränderlichkeit der Thermometer, welche sich
ch zwei Richtungen geltend macht. Einmal rückt der Eispunkt und mit demselben die ganze
mperaturscale im Laufe der Zeit langsam in die Höhe (Anstieg), und zweitens erleiden die
gaben nach allen im Gebrauche vorkommenden stärkeren Erwärmungen eine zeitweilige
niedrigung (Abstieg). Die Grösse des Abstieges hängt wesentlich von der chemischen Be-
affenheit des Glases ab, Thermometer aus leichtflüssigem Kalinatronglase weisen beträchtliche
nderungen auf, während reines Kali- oder reines Natronglas ein günstigeres Verhalten dar-
tet (J. 1885, 1234). Die Zusammensetzung dreier von Abbe und Schott in Jena zur Her-
llung von Quecksilberthermometern mit unveränderlichem Nullpunkte geeigneter Glassorten
naer Normalglas) ist:

	I	II	III
SiO_2	67,50	69,00	52,0
Na_2O	14,00	14,00	—
ZnO	7,00	7,00	30,0
CaO	7,00	7,00	—
Al_2O	2,50	1,00	—
BO_3	2,00	2,00	9,0
KO_2	—	—	9,0

Wenngleich diese Thermometer ganz erheblich besser sind als die bisher bekannten, so ist
h eine zeitweilige Vergleichung des Nullpunktes (zerstossenes Eis) und des Siedepunktes des
ssers auszuführen. Für letztere Bestimmung ist die Abhängigkeit des Siedepunktes des
ssers von dem Barometerstande zu beachten:

Barometer	Siedetemperatur
720 mm	98,49°
730	98,88
740	99,26
750	99,63
760	100,00
770	100,36

1) F. Fischer: Chemische Technologie der Brennstoffe S. 7 und 313.

Luftthermometer[1]) sind sehr genau, für technische Zwecke aber we[...] geeignet.

2. Die Bestimmung hoher Temperaturen[2]) durch Schmelzen von Metall[...] und Legirungen wurde wiederholt versucht.

Erhardt und Schertel empfehlen Metallkugeln von 100 bis 150 mg folgender [...]sammensetzung:

Zusammensetzung Proc.	Schmelzpunkt	Zusammensetzung Proc.	Schmelzpunkt	Zusammensetzung Proc.	Schmel[z]punkt
Silber = Ag	954⁰	95 Au 5 Pt	1100⁰	65 Au 35 Pt	1285⁰
80 Ag 20 Au	975	90 10	1130	60 40	1320
60 40	995	85 15	1160	55 45	1350
40 60	1020	80 20	1190	50 50	1385
20 80	1045	75 25	1220	45 55	1420
Gold = Au	1075	70 30	1255	Platin = Pt	1775

Neuere Bestimmungen von Violle (Compt. rend. 89, 702) ergeben folgende Schm[...]punkte, bezogen auf das Luftthermometer:

Iridium	1950⁰	Kupfer	1054⁰
Platin	1775	Gold	1035
Palladium	1500	Silber	954

Dagegen fanden Hollborn und Wien:

Silber	zwischen	954 und	968⁰,	im Mittel	970⁰
Gold	„	1045 „	1093	„ „	1069
Kupfer	„	1054 „	1097	„ „	1076
Nickel	„	1476 „	1517	„ „	1496
Palladium	„	1500 „	1643	„ „	1572
Platin	„	1757 „	1855	„ „	1806

H. Seger empfahl für hohe Temperaturen aus Glasurgemischen geformte Tetra[...] (Normalkegel), welche aus Feldspath, Marmor, Quarz und Zettlitzer Kaolin zusammenges[...] werden; dieselben sind für manche technische Zwecke empfehlenswerth[3]).

3. Die auf Dissociation und akustischen Erscheinungen beruhenden Wär[...]messungen erscheinen aussichtslos; die Wiborg'schen Thermophone sind sehr unge[...] Ob sich das optische Pyrometer von Mesuré und Nouel bewähren wird, ist zweifel[...] (J. 1890, 147).

4. Elektrische Thermometer. Das elektrische Pyrometer von C. W. Siem[...] ist, wie sich Verf. durch längere Versuche überzeugt hat, zuverlässig, erfordert aber eine [...] sorgfältige Handhabung und ist theuer (fast 500 Mark). — Aehnlich ist das Pyrometer [...] Hartmann und Braun, während das von Le Chatelier thermoelektrische Ströme [...]wendet[4]).

5. Vertheilung der Wärme. Von den hierher gehörenden Wärmemessvorrichtun[...] sind nur die sogen. Calorimeter zuverlässig. Verf. empfiehlt eine Vorrichtung als bewä[...] welche neuerdings folgende Form erhalten hat. Um den Halter zum Erhitzen der durchboh[...] Cylinder aus Platin, Nickel oder weichem Schmiedeisen sowohl für lothrechte wie wagre[...] Feuerkanäle verwenden zu können und den glühenden Cylinder rasch und sicher in das Was[...]gefäss zu bringen, dient ein mit entsprechendem Ausschnitt v versehener schmiedeiserner [...]hälter a (Fig. 1 und 2), an dessen etwa 0,5 m langen Stiel b ein Holzgriff f geschraubt w[...] womit gleichzeitig die Asbestscheibe d gegen den Metallring c festgehalten wird. Diese Asb[...]pappe schützt die Hand vor zu arger Hitze und erleichtert die ganze Handhabung der Vorr[...]

1) Ausführlich in F. Fischer: Chemische Technologie der Brennstoffe S. 32 und 319.
2) F. Fischer: Taschenbuch für Feuerungstechniker. 3. Aufl. 1898.
3) F. Fischer: Chemische Technologie der Brennstoffe S. 325 und 606.
4) F. Fischer: Chemische Technologie der Brennstoffe S. 615.

ıng. Die scharfen Kanten des Metallcylinders e sind etwas abgerundet, um das Einwerfen in as Wassergefäss zu erleichtern. — Das Calorimetergefäss B (Fig. 3) wird aus starkem Messinglech hergestellt und innen mit Asbestpappe ausgekleidet. Oben ist dasselbe so geformt, dass er starke Rand des aus dünnem, versilbertem Kupferblech hergestellten Gefässes A sicher auflegt; an der Berührungsstelle beider wird passend ein dünner Asbest- oder Gummiring gelegt, ie Fuge wird durch Lack wasserdicht geschlossen. Ein Asbestring m hält den unteren Theil es Gefässes A fest. Der Siebboden n verhütet, dass der eingeworfene Metallcylinder auf den ewölbten Boden des Gefässes fällt und dadurch zu Wärmeverlusten Veranlassung gibt. Eine ıit zahlreichen Oeffnungen versehene Blechhülse s sichert den unteren Theil des Thermometers

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

erkürzt gezeichnet) t, während der obere Theil desselben durch eine geschlitzte Messinghülse e eschützt wird. Der Theil des Deckels (Fig. 4), welcher das Thermometer trägt, ist durch chrauben z befestigt, der durch Gelenke c damit verbundene andere Theil kann durch einen aken h gehalten werden. Die Einwurföffnung a ist mit einem dem Thermometer gegenüber usgeschnittenen Trichterrand v versehen, welcher zur Vermeidung der Berührung durch den ühenden Cylinder mit Asbestpapier ausgekleidet werden kann. Der Raum zwischen beiden efässen A und B wird mit leichten Federn (Daunen) gefüllt.

Bei der Verwendung dieser Vorrichtung legt man den Cylinder e durch die Oeffnung v in en Halter a (Fig. 1) ein, setzt diesen Theil der zu messenden Temperatur aus, fasst dann mit er linken Hand den Knopf des Rührers r (Fig. 3), mit der rechten den Griff f (Fig. 2), bringt sch durch leichten Ruck den Cylinder e in die Lage e_1, und lässt ihn durch halbe Drehung der chten Hand in das Wassergefäss A fallen, bewegt den Rührer auf und ab und liest ab, sobald ıs Thermometer die höchste Temperatur zeigt. — Bei Verwendung eines 20 g schweren Platinylinders verwendet man ein kleineres Calorimetergefäss und so viel Wasser, dass der Gesammtasserwerth 125 g Wasser entspricht.

Zeigt das Thermometer vor dem Einwerfen des Metallcylinders t_1^0, nachher t^0, beträgt omit die Temperaturzunahme $t - t_1$, so ist die gesuchte Temperatur $= T + t$. Für Platin rgeben sich folgende Werthe:

T	$t - t_1$	
	1 k Wasserw. 1 k Platin	120 g Wasserw. 20 g Platin
400°	13,16	2,19
600	20,10	3,35
800	27,28	4,55
1000	34,70	5,78

Demnach bei 20 g Platin und 120 g Wasserwerth:

$t - t_1$	T	Für je $^1/_{10}$ $(t - t_1)$
2°	366°	17°
3	540	17
4	710	16
5	874	16
6	1034	16
7	1190	

Der allgemeinen Anwendung des Platins steht leider der hohe Preis desselben entgeg Verf. verwendet daher auch reines Nickel, welches sich vor dem Eisen durch Beständig und gleichmässige spec. Wärme auszeichnet:

T	$t - t_1$	
	1 k Wasserw. und 1 k Nickel	250 g Wasserw. 20 g Nickel
400°	51	4,08
600	78	6,24
800	108	8,64
1000	140	11,20
1200	173	13,84

Demnach bei 250 g Wasser und 20 g Nickel:

$t - t_1$	T	Für je $^1/_{10}$ $(t - t_1)$
4°	393°	9°
5	486	9
6	580	8
7	663	8
8	747	8
9	830	8
10	910	8
11	985	8
12	1060	8
13	1140	8

Ist z. B. bei Verwendung von Platin die Temperatur des Wassers $t_1 = 12{,}0°$, nach Einwerfen des Platincylinders $t = 17{,}1°$, $t - t_1$ somit $= 5{,}1°$, so erhält man für

$$\left.\begin{array}{rl} 5\ \ ^0 & = 874^0 \\ 0{,}1 & = \ \ 16 \\ \text{dazu } t & = \ \ 17 \end{array}\right\} 907^0$$

Werthbestimmung der Brennstoffe.

Der Werth der zur Wärmeentwicklung bestimmten Brennstoffe ist vorwieg durch die bei der Verbrennung frei werdende Wärmemenge, d. h. den Brennwe bedingt. Oft bestimmt man Wasser, Asche, Schwefel (besonders beachtenswerth Sodafabriken, Hütten u. dgl.), Stickstoff (besonders für Ammoniakgewinnung), d. auch Kohlenstoff und Wasserstoff.

Probenahme: Von jeder (bez. jeder 2.) Ladung (Karre, Korb u. dgl.) der zugefüh Kohle wird eine Schaufel voll in eine mit einem Deckel versehene Kiste geworfen; die Kol werden dann zerschlagen, gemischt auf einer ebenen Fläche quadratisch ausgebreitet und du beide Diagonalen in 4 Th. getheilt. Zwei einander gegenüber liegende Theile werden f genommen, die beiden anderen wieder zerkleinert und gemischt, und wird in dieser Weise f gefahren, bis eine Probemenge von etwa 2 k übrig bleibt, welche in eine gut schliessende Flas gefüllt werden. Für genauere Untersuchungen empfiehlt es sich, auch von der zurückgeleg Hälfte in gleicher Weise eine Durchschnittsprobe zu nehmen und diese getrennt zu untersuch Da während dieser Probenahme bereits ein Wasserverlust zu befürchten ist, so werden von zu Zeit kleinere Durchschnittsproben von etwa 50 g in gewogenen Probegläschen mit G stopfen gefüllt, um zur Wasserbestimmung zu dienen. — In entsprechender Weise werden T proben genommen.

Bezüglich der Untersuchung der ins Laboratorium gelieferten Proben zu bemerken, dass dieselben zunächst gröblich gepulvert, dann gut gemischt werden. Hier

werden etwa 200 g völlig feinstgepulvert, wobei keinesfalls der schwerer zu zerkleinernde Rest beseitigt werden darf.

Die Wasserbestimmung darf nicht in offenen Schalen geschehen, da viele Brennstoffe beim Erwärmen an der Luft sich langsam oxydiren. Für technische Zwecke erwärmt man daher etwa 5 g des zu untersuchenden Brennstoffes zwischen zwei Uhrgläsern oder in einem Tiegel mit Deckel 2 Stunden lang auf 105 bis 110° im Luftbade, lässt erkalten und wiegt. In den erwähnten 50 g-Proben wird das Wasser durch Wägen der gefüllten Stöpselgläser vor und nach dem Trocknen bestimmt.

Zur Bestimmung der Asche werden etwa 5 g des gepulverten Brennstoffes in einer Platinschale verascht. Bei Untersuchung von Steinkohlen wird die Probe in offener Schale zunächst 1 bis 2 Stunden lang über einer kleinen Flamme oder im Trockenschrank auf etwa 130° erwärmt, dann wird über langsam vergrösserter Flamme die Veraschung zu Ende geführt; namentlich Koks und Anthracit sind möglichst fein zu pulvern.

Zur Bestimmung der Koksausbeute erhitzt man 1,8 bis 2 g gepulverte Steinkohle in einem Platintiegel mit einem gut schliessenden Deckel über einem Bunsen'schen Brenner (Entfernung zwischen Tiegelboden und Brennermündung 3 cm) bis keine Flamme mehr unter dem Tiegeldeckel heraustritt[1]).

Zur Bestimmung des Stickstoffes nach dem Kjeldahl'schen Verfahren wird 1 g der möglichst fein gepulverten Steinkohle oder Koks (bei Torf keine Pulverung erforderlich) mit etwa 20 cc Schwefelsäure unter Zusatz von 8 bis 10 g Kaliumsulfat gekocht, bis die Flüssigkeit klar geworden ist (etwa 2 Stunden). Nach dem Abkühlen versetzt man mit überschüssiger Natronlauge, destillirt das Ammoniak ab und bestimmt dieses maassanalytisch.

Zur Bestimmung von Kohlenstoff und Wasserstoff verwendet Verf. einen einfachen Verbrennungsofen (Fig. 5). Die beiden Seitenbleche *b* und *p* sind unten mit der Bodenplatte, oben durch zwei Eisenstäbe *u* mit einander verbunden, gegen welche sich die Thonstücke *s* oben anlegen, welche unten in der auf beiden Seiten angebrachten Rinne stehen. Dadurch werden in bekannter Weise die Flammen der untergestellten Brenner, welche durch die beiderseits angebrachten Bleche *a* gegen Zugluft geschützt sind, gezwungen, das in der offenen, halbrunden Blechrinne *o* liegende Verbrennungsrohr völlig zu umgeben. Das an beiden Seiten offene Verbrennungsrohr (Fig. 6) aus schwer schmelzbarem Glase enthält zwischen den beiden, in sehr dünnes Platinblech eingehüllten Asbestpfropfen *a* eine Schicht *n* körniges Kupferoxyd und bei Kohlen desgleichen eine kürzere Schicht gekörntes Bleichromat. Nach dem Einschieben des Platinschiffchens *m* mit der zu untersuchenden Probe wird das eine Ende *u* mit dem Sauerstoffgasometer, das andere *w* aber direct mit dem Chlorcalciumrohr *c* verbunden.

Fig. 5.

Fig. 6.

Vor Anfang einer Versuchsreihe legt man das Verbrennungsrohr in die Blechrinne *o*, stellt die feuerfesten Steine oben gegen die Stangen *u* (Fig. 5) und erhitzt die Kupferoxydschicht durch die mit 3 oder 4 Flachbrennern versehene Lampe *B* (vor welcher in der Abbildung das Schutzblech *a* der Deutlichkeit wegen fortgelassen ist) zum Glühen, während für die andere Hälfte des Rohres ein einfacher Bunsenbrenner *A* genügt. Man leitet etwa 10 Minuten lang einen Strom atmosphärischer Luft, welcher durch eine Flasche mit Kalilauge und eine solche mit concentrirter Schwefelsäure gegangen ist, durch das Rohr und lässt es dann in diesem Luftstrom erkalten. Nun wird der Stopfen *u* gelöst und die bei 105 bis 110° getrocknete Probe mit dem Platinschiffchen ein-

1) Vgl. F. Fischer: Chemische Technologie der Brennstoffe S. 113.

geschoben, der Stopfen sofort wieder eingesetzt, auf der anderen Seite das Chlorcalciumrol u. s. w. eingesetzt und in bekannter Weise im Sauerstoffstrome verbrannt.

Den flüchtigen Schwefel bestimmt man in entsprechender Weise, nur verwendet m eine grössere Probe[1]) (0,8 bis 1 g) und ein Verbrennungsrohr, welches bei *n* statt Kupfero eine kurze Schicht mit Platinmoor gemischten säurefesten Asbest, besser aber Platinabfälle e hält. Bei leicht entzündlichen Kohlen ist zu empfehlen die Probe in zwei Cylinder zu press diese an die Enden des Platinschiffchens zu legen, nun erst den hinteren (von Sauerstoffeint aus), darauf den vorderen durch allmähliches Erhitzen zu entgasen, dann rasch zu verbrenn Die gebildete Schwefligsäure (und H_2SO_4) leitet man in Wasserstoffsuperoxydlösung und f als Baryumsulfat oder titrirt mit $^1/_{10}$ Kalilauge. Den Gesammtschwefel erhält man du Zuzählen des in der Asche enthaltenen Schwefels; derselbe kommt nur bei Schmelzkoks u. d in Betracht, welche mit dem zu erzielenden Product in unmittelbare Berührung kommen.

Enthält nun der fragliche Brennstoff c Proc. Kohlenstoff, h Proc. Wasserstoff, s Pr Schwefel, o Proc. Sauerstoff und w Proc. Wasser, so erfordert 1 k Kohle: (2,667 c + 8 h + s — 100 k oder (2,667 c + 8 h + s — o) : (100 . 1,43) cbm Sauerstoff, oder (2,667 c + 8 h + s — 21 . 1,43 cbm) atmosphärische Luft zur vollständigen Verbrennung. 1 k Steinkohle mittle Zusammensetzung (Seite 18) erfordert demnach 2,667 . 0,8 + 8 . 0,04 + 0,01 — 0,08 o (2,667 . 80 + 8 . 4 + 1 — 8) : 100 = 2,384 k oder auch 1,667 cbm Sauerstoff, somit 8 c atmosphärische Luft. (Vgl. Taschenbuch für Feuerungstechniker.)

Der Brennwerth berechnet sich nach der Dulong'schen Formel bezogen a flüssiges Wasser von 0° als Verbrennungsproduct =

$$\left[8100\,c + 34\,220\left(h - \frac{o}{8}\right) + 2500\,s\right] : 100\,w$$

Dieser berechnete Brennwerth ist aber meist erheblich niedriger, zuweilen auch höher der wirkliche Brennwerth, welcher nur calorimetrisch richtig bestimmt werden kan (Vgl. S. 17.)

Diese Bestimmung des Brennwerthes geschieht durch Verbrennen der Probe Sauerstoffstrome. Verf. verwendet hierfür einen aus Silber (oder Nickel) hergestellten Behält welcher durch 3 Füsse *f* (Fig. 7) auf dem Boden des kupfernen Kühlgefässes *B* festgehalt wird. In den Rohrfortsatz des Deckels *d* ist ein Rohr *e* gesteckt, welches nach unten telle förmig erweitert ist und hier den aus Platinblech (oder Nickel) hergestellten cylindrischen B hälter *p* trägt. Die ringförmige Platte *z* trägt den aus Platingeflecht (oder Nickel) hergestellt Korb *s*, welcher die Probe aufnimmt. Die Oeffnung im Boden des Behälters *p* ist mit eine Platinsieb *c* bedeckt und unter demselben wird die tellerförmige Platte *v* gehalten. Der dur Glasaufsatz *a* zugeführte Sauerstoff drückt somit die durch Verbrennen der Probe im Korbe entwickelten Gase nach unten durch Sieb *c* gegen die Schale *v*, um vollständige Mischung u Verbrennung zu erzielen[2]). Die Gase ziehen dann durch Rohr *i* und den mit entsprechende Einsatz versehenen flachen Behälter *c* (oder ein spiralförmig gebogenes Rohr) durch Rohr *g* u Aufsatz *b* zu den Absorptionsapparaten.

Der Deckel *n* besteht aus zwei Hälften; die festgeschraubte trägt die Führungen der Rüh vorrichtungen *rm* und das Thermometer *t*; letzteres ist in $^1/_{20}$-Grade getheilt, so dass man mitte guter Loupe (mit Gradführung) noch $^1/_{100}$ Grad ablesen kann, bei Verwendung der Beck mann'schen Thermometer sogar bis auf $^1/_{1000}$ Grad.

Der Zwischenraum *C* (Fig. 7) ist mit trockenen Federdaunen lose gefüllt, dann die Fug zwischen dem Rand von dem Kupfergefäss *B* und Holzgefäss *D* mit Copal- oder Spirituslac geschlossen, so dass keinesfalls Wasser eindringen kann. Wird ferner der Apparat bei Nich gebrauch trocken aufbewahrt, so ist die Wärmeübertragung sehr gering; beim Apparat des Ver z. B. für 1° Temperaturdifferenz und Minute 0,0025°. Dieser Werth, wie auch der Wasserwert des Apparates werden in der früher (J. 1885, 1208) angegebenen Weise oder durch Auswäge bestimmt; letzteres Verfahren ergab z. B.:

---

1) Es ist zu bemerken, dass besonders Holz und leichter Torf in zerkleinertem Zustand nach dem Trocknen ungemein hygroskopisch sind, so dass ein genaues Abwägen der Probe sehr schwierig ist. Dieser Uebelstand, sowie die Oxydation der Kohlensubstanz wird dadurc gehoben, dass man mit einer kleinen Handwage etwa 1 g der lufttrockenen Probe abwiegt un in 6 bis 8 mm dicke Cylinder presst, welche nun im offenen Wägegläschen im Trockenschran bei 105 bis 110° getrocknet werden. Das Trocknen wird befördert, wenn man durch das Trocken glas oder (bei mehreren Proben) durch den Trockenschrank gegen Ende des Trocknens langsa trockene Luft leitet. Damit feuchte Proben nicht durch den entweichenden Wasserdampf au einander getrieben werden, lässt man die Temperatur langsam steigen. (Vgl. S. 9.)

2) Zft. f. angew. Chem. 1892, 542; 1894, 19.

	g	sp. W.	cal. [1])
Calorimetergefäss mit Rührer	916,5	0,095 =	87,1
Silbercalorimeter	278,4	0,056 =	15,6
Platineinsatz, Thermometer u. dgl. . . .			2,3
			105

Mit Wasser wurden dagegen 112 cal. gefunden; die nächste Umgebung des Gefässes *B* ist
enbar etwas mitbetheiligt, so dass man dem durch
iswägen ermittelten Wasserwerth rund 5 cal. zu-
ilen muss.

Fig. 7.

Die Proben werden in Form von 6 bis 10 mm
hen und 12 bis 13 mm dicken Cylindern verwendet.
diesem Zwecke werden Holz und Torf vorher
rch Raspeln und Stossen zerkleinert, Kohle wird,
S. 7 angegeben, gepulvert.

Die verwendete Pressform (Fig. 8) ist dem sog.
amantmörser ähnlich. Auf der kantigen Boden-
tte *m* wird der Stahlring *a* durch die sechskantige
tter *n* gehalten. Nach Einfüllen der Probe wird
Stempel *s* niedergepresst (eine gute Copirpresse
eiserner Platte genügt dazu), dann Mutter *n* ab-
chraubt[2]), der Theil *a* auf einen ringförmigen
tersatz gestellt und durch Niederpressen des Stem-
s *s* die Probe herausgedrückt. Die Probecylinder
den in Wägegläschen (mit Glasstopfen) gebracht;
der Verwendung werden sie in denselben bei 105
110° getrocknet.

Die Zündung geschieht in bekannter Weise
ch Einwerfen eines etwa 1,5 mg schweren Kohlen-
tters (wofür 12 cal.[3]) abzuziehen sind), oder —
auer — durch Einführen von 2 cc brennenden
sserstoff (entsprechend 6 cal.), wobei ein kleines
ugelrohr und als Brenner ein einfaches Platinrohr
r Nickel) von nur 0,5 bis 1 mm Weite ver-
det wird. Man kann auch einen elektrischen
der verwenden, in dessen Platinspirale zuvor etwa
g Cellulose (aschenfreies Filtrirpapier) geschoben
de[4]).

Bei genauen Untersuchungen müssen die Ver-
nungsproducte untersucht werden. Man lässt
r die aus dem Calorimeter durch Rohransatz *b*
. 7) entweichenden Gase zunächst durch eine
che mit Kalilauge gehen, um Geschwindigkeit
Druck derselben beobachten zu können. Es folgt dann ein 3 cm
es und 20 bis 25 cm langes Rohr mit Natronkalk, ein gleiches mit
rcalcium, dann ein 15 bis 20 cm langes Verbrennungsrohr mit einer
4 cm langen Schicht Kupferoxyd zwischen zwei grobmaschigen
en aus Platin- oder Nickeldraht, oder eine Schicht Platinabfälle,
iesslich ein 2,5 cm weites Chlorcalciumrohr und ein gleiches mit
ronkalk. Nur die beiden letzteren werden vor und nach der Ver-
nung gewogen, um die Menge der etwa unvollständig verbrannten Gase
estimmen.

Fig. 8.

Bei Ausführung des Versuches entnimmt man mittels Pincette dem
ogenen Trockengläschen ein Pressstück (dessen Gewicht durch Zurückwiegen des Gläschens
immt wird), schiebt es in den Korb *s*, so dass die Vertiefung nach oben kommt, hängt *p* in
ellerartige Fortsetzung von *d*, setzt den Deckel[5]) fest auf das Calorimeter, wie die Fig. 7

1) Von Holz und Torf etwa 0,8 g, von Kohle etwa 0,5 g.

2) Platte *m* wird in einen Schraubstock gespannt, *n* mit einem Schraubschlüssel gefasst.

3) cal. = Grammwärmeeinheiten; w = technische Wärmeeinheiten bez. auf 1 k.

4) Zft. f. angew. Chem. 1892, 541; 1894, 19.

5) Unter Verwendung von wenig Schmiermittel aus geschmolzenem Kautschuk und Vaseline.

zeigt und dann die ganze Vorrichtung in das Gefäss *B*. Aufsatz *a* wird mit der Sauerst zuleitung, *b* mit den Absorptionsapparaten verbunden, das erforderliche Kühlwasser in *B* e gegossen, der Deckel *n* aufgelegt, das Thermometer *t* eingesetzt und abgelesen, wenn die Tem ratur sich nicht mehr ändert. Nun lässt man einen schwachen Sauerstoffstrom eintreten, w z. B. einen kleinen glühenden Kohlensplitter (1 bis 2 mg) ein (S. 9), schliesst sofort wieder Aufsatz *a* und verstärkt gleichzeitig den Sauerstoffstrom. Sobald nach wenigen Secunden Leuchten des Aufsatzes *a* die beginnende Verbrennung anzeigt, lässt man den Sauerstoff rasch eintreten, dass in der Minute etwa 4 *l* zugeführt werden. Zeigt die abnehmende Hell keit des Aufsatzes *a*, dass die Verbrennung nachlässt, so mässigt man den Sauerstoffstrom etwa $^1/_3$. Bei Holz, Torf und Braunkohlen dauert die Verbrennung nur etwa eine, bei Ste kohlen etwa $1^1/_2$ Minuten. Nach weiteren 2 Minuten zeigt meist das Thermometer *t* den höchs Stand und damit das Ende des Versuches. Der Apparat wird aus einander genommen und Gewichtszunahme der mit dem Kupferoxydrohre verbundenen Chlorcalcium- und Natronka rohre bestimmt, um die unverbrannten Gase festzustellen.

Vor der Entflammung entweicht zuweilen eine geringe Menge brennbarer Gase, welche Wasser und Kohlensäure zur Wägung gelangen. Für 1 mg Wasser sind 3,2 cal. (bez. Wasserdampf als Verbrennung, bez. 3,8 bez. auf flüssiges Wasser), für 1 mg Kohlensäure 1,55 in Rechnung zu setzen. Diese Correction lässt sich aber sehr gering halten, bez. ganz vermeid Unverbrannte Rückstände kommen nicht vor.

Die Gase entweichen je nach der Schnelligkeit des Gasstromes 1 bis 3° wärmer als Kühlwasser ist, also etwa 5° wärmer als der eintretende Sauerstoff. Bei 7 bis 8 *l* Sauers entspricht der dadurch verursachte Wärmeverlust etwa 12 cal., also soviel wie die Zünderko gibt. Diese beiden Correctionen gleichen sich daher aus.

Im Calorimeter wird der grösste Theil des gebildeten Wassers verflüssigt. Wird Brennwerth auf flüssiges Wasser als Verbrennungsproduct berechnet, so sind für je 10 mg dam förmig entweichendes Wasser 6,1 cal. zuzuzählen; bezieht sich aber der Brennwerth auf Wass dampf von 20°, so sind für je 10 mg verflüssigtes Wasser 6,1 cal. abzuziehen. Man kann Menge des verflüssigten Wassers bestimmen, indem man das Calorimeter nach der Verbrennu äusserlich trocknet und nach Entfernung der Aufsätze *a* und *b* nebst Schlauchansatz *g* wie Nun wird das Calorimeter geöffnet, durch Erwärmen auch innen getrocknet und wieder gewog Bei Verwendung der Brennstoffe rechnet man mit Kilogramm, ersetzt daher cal. durch w.

Holz.

Das Holz ist aus Zellen und Gefässen aufgebaut, welche aus Zellstoff, C_6H_{10} (vgl. Papier) bestehen und den Pflanzensaft enthalten. Letzterer besteht ausser Was und Aschebestandtheilen (vgl. Potasche) aus verschiedenen organischen Stoffen, wel naturgemäss die verschiedene Zusammensetzung der einzelnen Holzarten bedingen Der Wassergehalt des frisch gefällten Holzes beträgt etwa

Hainbuche	18,6	Föhre	39,9
Birke	30,8	Rothbuche	39,7
Traubeneiche	34,7	Erle	41,6
Stieleiche	35,4	Ulme	44,5
Weisstanne	37,1	Fichte	45,2

Lufttrockenes Holz enthält 12 bis 20 Proc. Wasser. Das Wasser v mindert den Brennwerth des Holzes nicht nur dadurch, dass die gleiche Menge weni brennbare Stoffe enthält, sondern auch dadurch, dass das Wasser verdampft wer muss. Würde z. B. das unten erwähnte Eichenholz von 4421 w Brennwerth 30 Proc. Wasser verbrannt, so wäre der Brennwerth, bezogen auf Wasserdampf 20°, nur 2914 w; lufttrockenes Holz gibt etwa 3600 w (vgl. S. 8). Brennholz w nach sog. Raummetern (Stère) verkauft, d. h. nach Cubikmeter Raum, welcher Holzscheiten ausgesetzt ist, also einschliesslich der Hohlräume; bei Stammholz rech man etwa $^3/_4$ Derbgehalt.

---

1) Vgl. F. Fischer: Chemische Technologie der Brennstoffe S. 413.

Holzart	Zusammensetzung bei 115°				
	Kohlenstoff Proc.	Wasserstoff Proc.	Stickstoff Proc.	Sauerstoff Proc.	Asche Proc.
Eiche	50,22	5,99	0,09	43,42	0,28
Esche	49,77	6,26	0,07	43,37	0,53
Hagebuche . . .	49,48	6,17	0,06	43,77	0,52
Buche, 130jährig .	49,03	6,06	0,11	44,36	0,44
„ 60 „ .	49,14	6,16	0,09	44,07	0,54
Birke	48,88	6,06	0,10	44,67	0,29
Tanne	50,36	5,92	0,05	43,39	0,28
Fichte	50,31	6,20	0,04	43,08	0,37
he (nach Fischer) .	49,84	5,83	0,10	43,84	0,38

Eine Brennwerthbestimmung der letzten Probe ergab 4421 w; die Dulong'sche
rmel würde nur 3827 ergeben haben (J. 1893, 5).

Wird Holz über 150° erhitzt, so wird dasselbe entgast (vgl. S. 31), es ent-
chen Wasser, Kohlensäure, Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoffe, dann Methylalkohol,
igsäure u. dgl., während die zurückbleibende Kohle mit steigender Temperatur
lenstoffreicher wird. So fand Violette beim Erhitzen von Faulbaumholz:

	Verkohlungs-Temperatur	Zusammensetzung des Verkohlungs-Productes in Proc.			
		Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Asche
	150°	47,51	6,12	46,29	0,18
	200°	51,82	3,99	43,96	0,23
	270°	70,45	4,64	24,19	0,85
	350°	76,64	4,14	18,44	0,61
	Schmelzpunkt des Antimons .	81,64	1,96	15,24	1,16
	„ „ Silbers . .	81,97	2,30	14,15	1,60
	„ „ Kupfers . .	83,29	1,70	13,79	1,22
	„ „ Goldes . .	88,14	1,41	9,26	1,20
	„ „ Stahles . .	90,81	1,58	6,49	1,15
	„ „ Eisens . .	94,57	0,74	3,84	1,66
	„ „ Platins . .	96,52	0,62	0,94	1,94

Die Proben Nr. 1 und 2 sind noch sehr fest und unausgebrannt, indem bei diesen Tempe-
en erst die Zersetzung beginnt. Nr. 3 ist Rothkohle, welche, bei obiger Temperatur
gt, zerreiblich zu werden beginnt und sehr leicht (300°) entzündlich ist, Nr. 4 und alle
nden sind Schwarzkohle. Nr. 6 bis 10 sind sehr schwarz, dicht, fest und schwer ent-
lich. Nr. 11 ist so fest und hart, dass sie sich schwer zerbrechen lässt, und auf Stein
n gelassen, einen metallischen Klang gibt. Dieselbe ist sehr schwer entzündlich und ver-
nlich, so dass sie nur bei unmittelbarer Berührung mit einer Flamme zu brennen beginnt
sofort verlischt, wenn man sie aus dem Feuer nimmt.

Wo es nicht auf die Verwerthung der Destillationsprodukte ankommt, geschieht
Verkohlung[1]) in Meilern, sonst meist in Retorten.

1) Die Bildung der brenzlichen Holzsäure oder des Holzessigs bei der trockenen Destillation
Holzes beschreibt schon Glauber in seinem Werke Miraculum mundi 1658. Die ersten
eren Holzverkohlungsöfen wurden aber erst im J. 1819 zu Hausach in Baden in Betrieb
zt, jedoch wenige Jahre später wieder aufgegeben, da die wesentlich durch die Spiritus-
r bedingten Preisverhältnisse der Essigsäure und die namentlich für Deutschland wichtige
endung des im J. 1812 von Taylor im Holzessig aufgefundenen Methylalkoholes in der
-farbenindustrie erst in neuerer Zeit eine günstigere Verwerthung der Destillationsproducte
glicht haben.

Ein Meiler ist ein aus grösseren Holzstücken zusammengeschichteter Hauf welcher mit einer Decke von Erde oder Kohlenlösche (Kohlenstaub mit Erde gemen versehen ist. Die Holzscheite werden entweder fast senkrecht gegen die Axe Meilers geneigt, oder man legt sie wagrecht, in radialer Richtung von der Axe a laufend. Im ersten Falle heisst ein Meiler ein stehender, im anderen Falle liegender Meiler. Die Axe des Meilers wird Quandel genannt.

Ein wälscher oder italienischer Meiler (Fig. 9) hat als Quandel ein aus drei oder vier Stangen bestehenden Quandelschacht, in welchem die Stang durch Holzstäbe n auseinandergehalten werden, und besteht aus zwei oder drei Ho schichten.

Beim slavischen Meiler (Fig. 10) besteht der Quandel aus einem e gerammten Pfahl. Der Meiler wird durch die Zündgasse b entzündet.

Fig. 9.

Fig. 10.

Die liegenden Meiler bekommen im Aeusseren die Gestalt der stehenden Meiler; Scheite aber werden wagerecht und radial in ein oder zwei concentrische Lagen eingelegt; äussere Fläche wird parallel mit dem innern Holzkerne gemacht, welchen man zunächst um d Quandel herum in Gestalt eines Kegels aus aufrechtstehenden Scheiten errichtet. Der Quan ist entweder Quandelschacht oder Quandelpfahl mit Zündgasse. Der gerichtete Meiler wird m einer Decke von Erde versehen.

Bei dem eigentlichen Kohlenbrennen sind zu unterscheiden: 1) das Schwitzen o Abblähen, 2) das Treiben, 3) das Zubrennen des Meilers. Durch die Ausbreitung des Feu im Meiler entwickeln sich Wasserdämpfe, gemengt mit Producten der trocknen Destillation Holzes, welche sich an den kälteren Stellen des Meilers zum Theil verdichten und eine Dur nässung, ein Schwitzen derselben bewirken. Während des Schwitzens ist der Meiler dadu gefährdet, dass in seinem Innern durch Mischen von Kohlenwasserstoffen mit atmosphärisc Luft sich knallgasähnliche Gemische bilden können, welche durch ihre Explosion ein stell weises Abwerfen der Decke, selbst ein Fortschleudern der Holzmasse bewirken können. The durch das Verbrennen eines Theiles des Holzes, theils durch das Schwinden der Holzmasse Folge der durch das Austrocknen und Verkohlen bewirkten Volumenverminderung, entsteh im Meiler hohle Räume (das Hohlbrennen), welche sorgfältig ausgefüllt werden müss Sobald die am Fusse des Meilers austretenden Dämpfe eine hellere Farbe zeigen, beginnt Periode des Treibens. Der Zutritt der Luft muss jetzt verringert, die locker geword Decke überall wieder an das Holz angeschlagen werden. Nach etwa 4 Tagen ist der grös Theil des Holzes verkohlt. Das Feuer muss nun so geleitet werden, dass es von der Haube a abwärts und vom Kerne gegen den Meilerumfang zu gehe. Wird der Rauch der Zuglöcher h und blau, so ist dies ein Zeichen der Gare; die Löcher müssen dann geschlossen werde Nachdem das Garen des Meilers überall erfolgt ist, bleibt er etwa 24 Stunden lang zugede und gegen den Luftzutritt geschützt zum Abkühlen stehen; darauf wird der Meiler abgepu und gelöscht.

Die Verkohlung des Holzes in Haufen oder in liegenden Werken wird südlichen Deutschland, in Russland und Schweden angewendet. Die Meilerstätte bild ein rechtwinkliges längliches Viereck, dessen vordere und hintere Seiten kürzer sind, die beiden anderen. Von vorn nach hinten steigt die Stätte etwas, und die beid langen Seiten werden durch eine Reihe senkrecht stehender, starker hölzerner Pfäh

gestalt begrenzt, dass beide Reihen parallel laufen. Fig. 11 und 12 zeigen en gerichteten Haufen und zwar Fig. 11 in Ansicht und Fig. 12 im Durchschnitte. : Meiler wird umen durch Pfähle *a* Schindeln, die chdecke *h*, und einen am Fusse befindlichen, für Anzünden aufgerten Raum *b*. In Maasse, als das er vorrückt, werdie vorn erzeugten alen schon geen.

Fig. 11.

Fig. 12.

Die Meileröfen als feststehende und auerte Meiler zu behten. Das Holz wird weder durch die Oeffnung Fig. 13) oder durch die re *b* eingeführt; von der re bis in die Mitte der e geht die Zündgasse. Ausnahme eines geringen iles der Thüröffnung und Loches *a* werden alle Oeffnungen nauert und erst bei dem Kohlenen wieder geöffnet. Nachdem Holz genügend in Brand gerathen werden *b* und *a* verschlossen. an dem oberen Ende des Meilers befindlichen kleinen Oeffnungen prechen den Rauchlöchern des ers. Bei dem Fig. 14 abgebiln länglichen Meilerofen dienen beiden Thüröffnungen *a* und *b* Eintragen des Holzes, *b* ausserauch zum Kohlenziehen, die nungen befinden sich bei *c* und n das eiserne Rohr *d* werden die tigen Produkte in einen Kühler tet. Während der Verkühlung *a* und *b* verschlossen. Der er sammelt sich grösstentheils ler Ofensohle und fliesst in einen nden Behälter. Unter der geten Thüröffnung *b* befindet sich kleine Oeffnung, welche als lung der Zündgasse dient.

Fig. 13.

Fig. 14.

Zur Gewinnung von Theer wählt man in Russland nach der von Hessel (18
gegebenen Beschreibung Stammkienholz und Wurzelholz von absterbenden Bäumen, welc
mit der Hacke in Stücke gespalten und zum Aufbauen des Meilers benutzt wird. Die Mei
stätte (Fig. 15) ist trichterförmig und in der Mitte mit einer Einsenkung versehen; die ga
Fläche ist mit einem Thonanstrich überkleidet und mit Dachschindeln belegt, über wel
der Theer der Mitte zuflie
von wo aus er durch e
Röhre in ein im Boden befi
liches Gewölbe in ein un
gestelltes Gefäss abläuft. I
Kienholz wird in diesen Meil
in 6 bis 8 Lagen übereinan
aufgestellt, mit Stroh u. d
bedeckt und hierauf mit S
oder Erde überschüttet. M
zündet denselben an 40
50 Oeffnungen an und v
schüttet diese Oeffnungen
Sand, sobald sich das Fe
im ganzen Meiler nach oben
fortgepflanzt. Das Schwe
dauert 3 bis 4 Wochen.
Russland erhält man aus 100
Kienholz 17,6 Th. Theer
23,3 Th. Kohle. — In Niederösterreich wird (nach Thenius) der Holztheer auf ähnliche We
durch Meilerverkohlung zum grossen Theile aus solchem Holze der Schwarzföhre gewonn
welches wenig oder gar keinen Terpentin mehr gibt. In Böhmen dagegen verwendet man z
Holztheer harzreiche Hölzer, namentlich Wurzelstöcke, welche viel Harztheile enthalten.

Fig. 15.

Seit dem Jahre 1853 wendet man in Russland auch die in Schweden üblic
sog. Thermokessel an. Nach Hessel besteht ein solcher Kessel *A* (Fig.
aus sarkem Eisenblech und fasst ungefähr 8 cbm. Die Beschickung geschieht du
das Mannloch *g*. Die Heizung geht aus der Feuerung *a* mit Hülfe der Züge *b* um
Seitenwände. Um
Holz schnell auf 100°
bringen, leitet man du
das Rohr *e* einen Dam
strom in den Kessel.
schon im Kessel sich
sammelnde Theer lä
durch das Rohr *c* n
der Sammeltonne *B*, w
rend die Theerdäm
durch *d* in den Samm
B[1] gelangen; was s
hier verdichtet, lä
durch *h* nach *B*,
dampfförmig Geblieb
wird in dem Kühlap
rate *C* verflüssigt. Die brennbaren Gase, welche jedoch nach Untersuch
des Verf. (J. 1880, 417) nur geringen Brennwerth haben, werden in die Kes
feuerung geführt. Ausser Theer erhält man bei Beginn der Destillation noch Terp
tinöl, Holzessig oder Holzgeist. Die zurückbleibenden Kohlen, die man unter A
wendung von Wasserdämpfen löscht, entfernt man aus dem Kessel durch die O
nung *a*. — In Deutschland verwendet man meist liegende eiserne Retort
(Vgl. Methylalkohol und Holzessig.)

Fig. 16.

Ueber die Gewichts- und Volumenveränderungen des Holzes beim Trocknen . Verkohlen hat Frey (J. 1883, 1195) Versuche ausgeführt.

lzart	Grün	Sommer-trocken	Aus-getrocknet		Dürr		Verkohlt		Procentische Schwindung								
									Aus-getrocknet			Dürr			Verkohlt		
	Spec. Gewicht	Spec. Gewicht	Spec. Gewicht	Gewichts-Verlust Proc.	Spec. Gewicht	Gewichts-Verlust Proc.	Spec. Gewicht	Gewichts-Verlust Proc.	Achsial	Radial	Gesammt	Achsial	Radial	Gesammt	Achsial	Radial	Gesammt
ıe . .	1,0745	0,9852	0,804	29,1	0,766	38,2	0,387	76,7	0,0	3,1	6,1	0,2	6,8	13,3	6	17	35,2
ıe . .	0,8785	0,8304	0,771	19,6	0,746	29,1	0,371	77,9	0,0	4,3	8,4	0,0	8,6	16,5	7	25	47,7
he . .	1,0288	0,8160	0,747	33,5	0,700	41,7	0,319	82,3	0,0	4,3	8,4	0,0	7,5	14,4	6,5	22	43,1
er . .	0,8734	0,7828	0,678	27,6	0,662	37,7	0,351	80,1	0,0	3,4	6,7	0,2	6,9	13,5	9	26,5	50,8
e . .	0,9166	0,7502	0,635	35,5	0,595	42,6	0,284	81,9	0,3	3,4	7,0	0,1	5,9	11,5	9	20	41,4
e . .	0,9030	0,7106	0,696	24,6	0,642	35,3	0,262	76,2	0,0	1,1	2,1	0,5	4,3	8,9	10,5	8	19,6
rn . .	0,9210	0,7044	0,637	33,1	0,604	40,3	0,247	81,4	0,0	1,7	3,4	0,0	4,5	8,9	8,5	13	30,7
e . .	0,8809	0,6398	0,515	46,1	0,463	54	0,179	86,3	0,4	3,8	7,8	0,3	6,1	12,1	7	15	32,8
che .	0,7633	0,6112	0,607	27,3	0,560	34,3	0,238	77,1	0,2	3,4	6,9	0,4	5,2	10,5	8,5	10,5	26,7
sstanne	0,8041	0,5878	0,529	37,3	0,510	43,8	0,214	81	0,0	2,3	4,6	0,4	5,7	11,4	10	11	28,7
de . .	0,7690	0,5810	0,505	41,6	0,484	47,7	0,240	84,1	0,0	5,7	11,1	0,1	8,8	16,9	8	25,5	48,9
ıte .	0,5266	0,4931	0,487	13,1	0,457	23,1	0,193	73,3	0,0	3,1	6,1	0,3	5,7	11,3	9	10,5	27,1

Die Versuche wurden mit Würfeln aus 75- bis 100jährigen Stämmen ausgeführt. Zur stellung des Zustandes „dürr“ wurden zuerst Versuche vorgenommen, das Holz chemisch ken herzustellen. Da dies misslang, so brachte man die Würfel Anfangs Mai in den Darrn der Parquettenfabrik am Sulgenbach bei Bern. Die Resultate dieser durch 2 Monate gesetzten Darrung bei allmählich steigender Temperatur, welche in den letzten 14 Tagen 100° betrug, wurden an Ort und Stelle durch Messungen und Wägungen festgestellt. Zur rkohlung bediente man sich der Apparate der Pulverfabrik in Worblaufen. Die Würfel den in eingemauerten Retorten verkohlt und nach vollendeter Verkohlung und Abkühlung Ort und Stelle gemessen und gewogen.

Die Ausbeute verschiedener Holzarten bei der trockenen stillation bestimmte Senff (J. 1885, 433) mit einer gusseisernen Retorte von cm Länge und 20 cm Durchmesser. Die Holzproben waren lufttrocken. Um die sbeuten bei langsamer und schneller Destillation festzustellen, wurde entweder die orte erst nach dem Beschicken und Schliessen angeheizt und während der Destilon ein kleines Feuer unterhalten, oder das Holz wurde in die glühende Retorte geben, diese rasch geschlossen und kräftig gefeuert. Bei 4 bis 6 k Holz dauerte die gsame Verkohlung etwa 6, die schnelle nur etwa 3 Stunden. Nach beendigter stillation blieb die Retorte bis zu völligem Erkalten geschlossen. Sofort nach dem fnen wurde die rückständige Holzkohle gewogen und nach mehrwöchentlichem gern in gewöhnlicher Zimmerluft ihre Gewichtszunahme festgestellt. Von dem tillate wurden Theer und Rohessig durch Scheidetrichter getrennt; die Gasmenge bt sich aus dem Verluste. Da die Menge des gebildeten Holzgeistes nicht wohl zu immen war, diese auch bekanntlich meist der der Essigsäure entspricht, so sind die suchsergebnisse nach der Ausbeute an wasserfreier Essigsäure bei langsamer Verlung geordnet. 100 k lufttrockenes Holz gaben, langsam (l) bez. schnell (s) verlt, die in folgender Tabelle zusammengestellten Zahlen.

Holzsorte		Gesammt-destillat	Theer	Rohessig		Wasser-freie Säure	Holzkohle		Unconden-
					Säure		Gesammt	Gewichts-zunahme	
		k	k	k	Proc.	k	k	Proc.	k
Carpinus Betulus L.	l	52,40	4,75	47,65	13,50	6,43	25,37	6,09	22,
	s	48,52	5,55	42,97	12,18	5,23	20,47	10,03	31,
Alnus glutinosa Gaertn. . . .	l	50,53	6,39	44,14	13,08	5,77	31,56	6,29	17,
geschält	s	47,76	7,06	40,70	10,14	4,13	21,11	9,52	31,
Betula alba L.	l	51,05	5,46	45,59	12,36	5,63	29,24	1,29	19,
	s	42,98	3,24	39,74	11,16	4,43	21,46	7,37	35,
Fagus silvatica L.	l	51,65	5,85	45,80	11,37	5,21	26,69	4,61	21,
	s	44,35	4,90	39,45	9,78	3,86	21,90	8,45	33,
Populus tremula L.	l	47,44	6,90	40,54	12,57	5,10	25,47	—	27,
	s	46,36	6,91	39,45	11,04	4,36	21,33	—	32,
Quercus Robur L.	l	48,15	3,70	44,45	9,18	4,08	34,68	4,67	17,
	s	45,24	3,20	42,04	8,19	3,44	27,73	6,36	27,
Pinus Larix L.	l	51,61	9,30	42,31	6,36	2,69	26,74	8,08	21,
	s	43,77	5,58	38,19	5,40	2,06	24,06	8,72	32,
Pinus Abies L.	l	46,92	5,93	40,99	5,61	2,30	34,30	4,82	18,
	s	46,35	6,20	40,15	4,44	1,78	24,24	9,63	29,

Die Ausbeuten an Rohessig, Theer und Kohle sind somit bei den verschieden Hölzern nicht wesentlich verschieden, wohl aber der procentische Säuregehalt des wonnenen Rohessigs und damit der Gewinn an wasserfreier Säure. Laubhölzer gel grössere Ausbeute als Nadelhölzer, Stammholz mehr als Astholz, Holz mehr als Rin gesundes Holz mehr als krankes. Bei schneller Verkohlung entstehen mehr Gase Kosten der Ausbeute an Destillat und Holzkohle. (Vgl. Methylalkohol und Holzess

Torf.

Torf[1]) findet sich in bauwürdigen Mengen nur in der gemässigten Zone. Deutschland finden sich bauwürdige Torflager besonders in den Provinzen Hanno (die Emsmoore umfassen fast 3000 qkm), Schleswig-Holstein, Pommern, Brandenbu Posen, Preussen, Westfalen, ferner in Oldenburg, Bayern, Württemberg, Baden. sonders reich an Torfmooren sind Irland, Schottland, Norwegen und Schweden, westliche und östliche Russland, Holland, das nordwestliche Frankreich und ein Th der Schweiz.

Torf bildet sich durch Zersetzung der verschiedensten Pflanzen in Gegenwart Wasser bei mittlerer Temperatur. Man unterscheidet: Moos-, Haide-, Schil Gras-, Holz-Torf; je nach dem Grade seiner Zersetzung und nach der Tiefe Schichten, aus denen er stammt, bezeichnet man ihn als amorphen Torf, Spec oder Pechtorf, wenn in den unteren Schichten des Lagers die Zersetzung Pflanzen bis zur Vernichtung der Structur vorgeschritten ist, so dass die Schnittflä des Torfes glänzend erscheint; als Fasertorf, Rasen- oder Moostorf, wenn Structur der Pflanzenreste in ihm noch deutlich erkennbar ist; er besteht dann in sei ganzen Masse aus einem lockeren, filzartigen Gewebe von hellerer Farbe, dessen spe fisches Gewicht leichter ist als das des Pechtorfes; Torf von solcher Beschaffenh findet sich namentlich in den oberen Schichten des Lagers.

1) Ausführlich in Ferd. Fischer: Chemische Technologie der Brennstoffe S. 429.

Der Wassergehalt des frischen Torfes ist sehr hoch, der des lufttrockenen ist 15 bis 20 Proc., der Aschengehalt beträgt 2 bis 20 Proc.; Torf mit erheb- n höherem Aschengehalt lohnt nicht mehr die Gewinnung. Folgende Analysen gen beispielsweise die Zusammensetzung des Torfes.

Torfanalysen (Trockensubstanz)	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Stickstoff	Asche	Analytiker
ichter Torf von Bremen	57,84	5,85	32,76	0,95	2,60	Breuninger
esgleichen	57,03	5,56	34,15	1,67	1,57	Breuninger
runewald	49,88	6,50	42,42	1,16	3,72	Websky
arz	50,86	5,80	42,70	0,77	0,57	Websky
esgleichen	62,54	6,81	29,24	1,41	1,09	Websky
inum	59,47	6,52	31,51	2,51	18,53	Websky
undsmühl	59,70	5,70	33,04	1,66	2,92	Websky
ayern, Presstorf	55,60	5,87	32,70	0,85	4,98	R. Wagner
aden	50,37	5,60	32,56	2,62	9,21	Petersen
ifhorn, Presstorf	56,02	5,57	34,60	1,11	2,70	Fischer

Letztere Probe ergab einen Brennwerth von 5430 w (bez. auf fl. Wasser), nrend die Dulong'sche Formel nur 4953 w ergeben hätte.

Der in gewöhnlicher Weise gewonnene Torf ist ein minderwerthiger Brennstoff, l er im Verhältniss zu seinem Brennwerthe einen sehr grossen Raum einnimmt. ser Uebelstand ist allerdings wesentlich gemindert durch das Pressen des Torfes, lurch aber wieder der Preis so erhöht wird, dass Torf wesentlich nur in den genden verwendet werden kann, wo er gewonnen wird. Auch die durch Verkohlung geschlossenen Behältern hergestellte Torfkohle hat nur beschränkte Anwendung unden, weil sie zu weich ist. Die trockene Destillation des Torfes zur Gewinnung Paraffin und Solaröl wird wegen des Preisrückganges dieser Stoffe kaum h vortheilhaft sein. Dasselbe gilt von dem Vorschlage, den Torf auf Ammoniak verarbeiten. Eine beschränkte Anwendung findet der lose Torf zur Herstellung Pappe, während die Verarbeitung desselben zu Torfstreu einen bedeutenden fang angenommen hat.

Mineralkohlen.

Man unterscheidet meist Braunkohlen und Steinkohlen, obgleich eine nge Trennung beider nicht möglich ist [1]). Fossile Kohlen, welche geologisch jünger als die Kreideformation, bezeichnet man als Braunkohlen, ältere als Steinkohlen. der Stickstoffgehalt der Steinkohlen meist grösser ist als der der Braunkohlen, so rn letztere beim Erhitzen in einem Probirglase meist Dämpfe, welche durch vor- schende Essigsäure sauer reagiren, während bei gleicher Behandlung von Stein- le, durch vorwaltendes Ammoniak und durch Ammoniakbasen (Anilin, Lepidin lgl.) ammoniakalisch reagirende Dämpfe sich bilden; Steinkohle mit Kalilauge tzt lässt die Flüssigkeit farblos, Braunkohle färbt sie meist durch Bildung von iumhumat (und vielleicht auch Phlobaphen) braun. Ferner entsteht bei der Einwir-

1) Mineralkohlen sind zwar schon sehr lange bekannt; in Deutschland wurden Steinkohlen ts im 12. Jahrhundert als Brennstoff verwendet, Braunkohlen im 16. Jahrhundert, doch war nfang dieses Jahrhunderts die Verwendung von Mineralkohlen nur unbedeutend. — Aus- ich in Fischer: Chemische Technologie der Brennstoffe, Bd. 1, S. 457.

kung schmelzender Aetzalkalien auf Braunkohlen Brenzcatechin. Alle derartige Prol
sind aber unzuverlässig; über die Constitution der Kohlen wissen wir noch nichts [1]).

Die Mineralkohlen sind, entsprechend der Torfbildung, durch langsame Z
setzung verschiedener Pflanzenreste unter Wasser entstanden. Auf die verschieden
Theorien hierüber sei verwiesen [2]).

Die Braunkohlen unterscheidet man je nach dem Zersetzungsgrad
1. Lignit, hellbraune faserige Braunkohle mit noch deutlicher Holzstructur;
2. erdige Braunkohle, braune erdige Masse, theils in Stücken, theils zerfall
hierzu gehört auch die Schmelzkohle und die sog. Kölnische Umbra; — 3. Pec
kohle, schwarz mit muschligem Bruch. Die Pechkohle mit glänzendem Bru
(Gagat oder Jet) wird zu Schmucksachen verarbeitet.

Folgende Analysen mögen als Beispiele dienen:

Braunkohlen von	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Stickstoff	Schwefel	Wasser	Asche	Analytik
Uslar	30,04	2,10	14,80	0,76	1,12	50,12	1,06	F. Fisch
Hangelsberg bei Berlin	31,71	2,09	10,05	0,62	0,60	49,89	4,04	
Webau	61,38	6,03	13,41	0,50	0,37	—	8,31	
Bauersberg, hell Lignit	60,44	5,30	22,01	Spur	0,86	10,74	0,65	Kling und Reicha
Antonstolln (Bayern)	34,80	3,00	20,70	2,40	3,80	22,40	12,90	
Roth „	39,10	2,75	8,25	0,90	6,50	23,50	19,00	
Bauersberg „	34,10	2,74	15,41	Spur	1,91	15,44	30,44	
Balkenstein „ Pechkohle	75,10	4,30	18,80	—	—	2,70	1,10	
Hillenberg „ „	74,00	3,35	17,75	—	1,10	1,80	2,00	
Antonstolln „ „	72,45	3,80	13,73	—	1,50	3,00	5,55	

Die Zusammensetzung der Braunkohlen — und damit auch der Brennwerth
schwankt demnach sehr bedeutend.

Von Steinkohlenanalysen [3]) mögen folgende als Beispiele dienen:

	Steinkohle	Kohlenstoff	Wasserstoff	Stickstoff	Sauerstoff	Schwefel	Asche	Wasser	Analytik
Ruhrkohlen	Sälzer und Neuack, I	79,63	4,08	1,22	4,43	0,88	6,76	3,00	F. Fisch
	Hansa	80,18	5,29	0,61	8,10	0,52	4,22	1,08	
	Germania	80,91	3,11	0,91	7,14	0,51	7,42	—	
	Unser Fritz I	76,36	4,39	1,69	8,15	1,42	8,05	—	
	„ „ II	83,15	4,84	1,32	8,74	0,42	1,53	—	
	Saarkohlen, Duttweiler	83,63	5,19	0,60	9,06	—	1,52	—	—
	Deister	67,41	4,37	1,36	8,28	2,34	16,24	—	Fischer
Schlesien	Königshütte, Förderk.	60,27	3,27	0,68	10,72	1,22	20,83	4,23	Schwa höfer
	„ Nuss	73,36	4,32	1,10	10,22	0,41	5,44	5,56	
	Paulusgrube, Würfel	75,39	4,27	0,97	11,77	0,52	3,12	4,48	
	Morgenroth, Nuss	69,28	3,83	1,05	13,18	0,60	3,93	8,73	
	Waldenburg, „	75,28	4,27	0,93	8,98	0,90	8,39	2,15	
Bayern	Eschelbach	82,04	4,34	2,32	11,30	1,60	8,32	—	Schaf häute
	Miesbach	73,06	4,90	1,76	20,32	5,36	1,08	—	
	„	72,77	6,38	1,41	20,92	4,44	1,12	—	

1) Fischer: Chemische Technologie der Brennstoffe, Bd. I, S. 525.
2) Fischer: Chemische Technologie der Brennstoffe S. 564.
3) Zahlreiche Analysen sind zusammengestellt in Fischer: Chemische Technologie
Brennstoffe, Bd. I, S. 502 bis 517.

Demnach ist auch der Werth der Steinkohle sehr verschieden und sollte häufig
rolirt werden (S. 9).

Als verschiedene Arten der Steinkohlen unterschied Hilt (J. 1873) nach der
ksausbeute (S. 7):

Koksausbeute	
52,6 bis 55,5 Proc.	1. Gasreiche Sandkohlen,
55,5 „ 60,0 „	2. Gasreiche (junge) Sinterkohlen,
60,0 „ 66,6 „	3. Backende Gaskohlen,
66,6 „ 84,6 „	4. Backkohlen,
84,6 „ 90,0 „	5. Gasarme (alte) Sinterkohlen,
über 90,0 „	6. Magere anthracit. Kohlen.

Zu beachten ist auch die Beschaffenheit der Koksprobe (S. 7).

Als Anthracite bezeichnet man tiefschwarze Steinkohlen, welche wegen des
ngen Gehaltes an Wasserstoff mit sehr wenig leuchtender kurzer Flamme brennen
nicht im Feuer erweichen; folgende Analysen als Beispiele:

Anthracite	Kohlenstoff	Wasserstoff	Stickstoff	Sauerstoff	Schwefel	Asche	Wasser	Analytiker
Förderkohlen . . .	75,41	1,51	0,42	1,82	4,14	16,70	—	F. Fischer
Hasestollen, weiche Stückkohlen . . .	86,92	1,83	1,66		2,08	3,73	3,87	Kämper
Hasestollen, harte Stückkohlen . . .	84,95	1,90	0,59		3,72	5,40	3,44	Kämper
Hasestollen, Förderkohlen	71,65	1,56	0,93		6,09	16,32	3,45	Kämper
'onticats	91,16	3,11	0,91	2,74	0,86	1,12	—	Lecornu
'imber Flötz	93,00	3,08	0,54	1,67	0,68	1,03	—	
ones & Co.	91,44	3,46	0,21	2,58	0,79	1,52	—	

Folgende Analysen westfälischer sog. Esskohlen verglichen mit Nixon's
n Navigation coal, welche in der deutschen und englischen Marine als Normal-
bei Ermittelungen über die Leistungen der Schiffe und Maschinen verwendet
als Beispiele:

	Asche	Schwefel	Wasser- und aschenfrei C	H	O + N	Koksausbeute aschenfrei
's Steam Navigation coal	2,78	0,10	92,71	4,26	3,03	90,3
Ringeltaube bei Annen, Flötz II . .	1,56	0,18	91,14	4,87	3,99	85,0
Ringeltaube, Flötz III	1,54	0,24	90,57	4,46	4,97	88,2
Bickefeld	3,94	1,45	91,99	4,27	3,74	86,4

Cannelkohle (Parrotkohle) brennt an der Flamme entzündet wie ein Licht
le); wegen ihres hohen Wasserstoffgehaltes gibt sie hohe Gasausbeute. Sie hat
ein festes gleichmässiges Gefüge und muscheligen Bruch. Sog. Stellarit wirft
Brennen Funken aus. Eine Abart der Cannelkohle ist die Bogheadkohle[1]),
e besonders bei Torban-Hill bei Bathgate (Edinburg) vorkommt, und besonders
askohle verwendet wird. Folgende Analysen als Beispiele:

1) Vgl. Fischer: Chemische Technologie der Brennstoffe S. 522.

	C	H	O	N	S	Asch
Schottische Bogheadkohle .	61,04	9,22	4,40	0,77	3,25	24,2
Cannelkohle	68,13	6,49	2,99	2,27	2,47	12,1
Torbanit	66,00	8,58	5,83	0,55	0,70	21,1
Stellarit	80,96	10,15	0,68	5,58	—	8,2

Wie es nach der überaus verschiedenen Beschaffenheit und Zusammensetzung
Kohlen schon erwartet werden konnte, verhalten sich die Kohlen dem Einflusse
Luft gegenüber sehr verschieden. Einige erwärmen sich rasch und neigen zur Selb
entzündung[1]), andere verlieren beim Lagern mehr oder weniger stark an Bre
werth, andere wieder verändern sich an der Luft nur sehr wenig und zeigen k
Selbstentzündung. Jede Kohle, welche gelagert oder verschifft werden soll, so
daher vorher untersucht werden, ob sie leicht Gase entwickelt oder Sauerstoff
nimmt.

In den wichtigsten Kohlen führenden Staaten betrug die Kohlenförderung
Millionen Tonnen (à 1000 k):

	Steinkohle						Braunkohle			
	1850	1860	1870	1880	1890	1895	1860	1880	1890	1
Deutschland	5	14	26	47	70	80	5	12	19	
Oesterreich	1	2	4	6	9	10	2	9	15	
Belgien	6	10	14	17	20	19	—	—	—	
Frankreich	4	8	13	19	25	28	—	—	—	
Russland	—	—	1	3	6	8	—	—	—	
Grossbritanien	46	86	112	149	184	192	—	—	—	
Vereinigte Staaten Amerikas .	6	15	36	—	140	172	—	—	—	

Bei dieser gewaltigen Steigerung der Kohlenproduction ist die Frage nach
Erschöpfung der Kohlenvorräthe der Erde wohl gerechtfertigt. Folg
Zusammenstellung zeigt die betreffenden Schätzungen[2]):

	Kohlenvorräthe in Millionen Tonnen		Voraussichtlic Erschöpfung in Jahren
	bis 1000 m Tiefe	über 1000 m Tiefe	
Ruhrbecken	18 121	11 888	900
Saarbecken	12 134	6 575	800
Aachen	1 071	116	800
Oberschlesien	43 847	—	700
Niederschlesien	909	26	250
Sachsen	400	—	100
Oesterreich	17 000		500
Frankreich	24 000		500
Belgien	15 000		700
Grossbritannien	195 000		200 bis 600
Nordamerika	680 000		650

1) Vgl. Fischer: Chemische Technologie der Brennstoffe S. 584.
2) Fischer: Chemische Technologie der Brennstoffe S. 495.

Wenn demnach auch noch gewaltige Kohlenvorräthe vorhanden sind, so ist doch r zu bedenken, dass die Kohlenvorräthe der heutigen Culturstaaten in 200 bis) Jahren erschöpft sein werden[1]). Dass selbst die heutige, geschweige denn eine teigerte Cultur unmöglich zu erhalten ist, wenn kein Ersatz für diese Energie-räthe geschaffen wird, bedarf keines Beweises. Jedenfalls haben wir alle Ursache, unseren Kohlen sparsamer zu sein, als dieses jetzt vielfach der Fall ist.

Presskohlen. Da die Braunkohlengruben meist nur 15 bis 25 Proc. Stückkohlen ern, die Feinkohle aber als minderwerthiger Brennstoff nur für die nächste Um-ung der Grube in Frage kommt, daher grösstentheils in der Grube zurückgelassen r auf die Halde geworfen werden musste, so mischte man schon von Alters her, be-lers in der Provinz Sachsen, einen Theil dieser abfallenden Klarkohlen mit Wasser, eilen auch unter Zusatz von etwas Lehm, und formte mit der Hand zu ziegelstein-lichen Stücken (Braunkohlenziegel) oder in der Rheinprovinz zu blumentopfähn-en, sog. „Klüten". Allmählich ging man zum Maschinenbetrieb über, indem man Braunkohlenklein in Ziegelmaschinen formte und an der Luft trocknete. Diese sspresssteine sind aber noch mangelhaft. Werthvoller sind die sog. Darr-skohlen oder Briketts. Die Kohle wird zunächst bis auf etwa 15 Proc. Wasser-lt getrocknet, dann gepresst[2]). Zum Trocknen werden besonders Dampftelleröfen vendet, ferner Röhrentrockenöfen.

Der Röhrentrockenofen von Schulz (Fig. 17 und 18) ist ein runder inder, in welchem eine grössere Anzahl kleinerer Röhren angebracht ist, also eigent- ein Röhrenkessel. iegt schräg geneigt wird um seine gsachse gedreht. Achsen bilden i nach der Mitte verjüngende und lbst mit einander undene Zapfen, hohl und deren telflächen durch-ert sind. Der zum cknen nöthige npf, Ablassdampf den Maschinen, l in den oberen fen eingelassen und mt, nachdem er h die in den Zapfen angebrachten Löcher die Röhren umspült hat, durch den ren Zapfen aus. An der höher liegenden Stirnwand des Apparates ist ein Rumpf bracht, aus welchem die Kohlen in die Röhren fallen, in Folge des Umlaufes und schrägen Lage allmählich hindurchgleiten und an der unteren Stirnwand heraus-n. Zur Ableitung des sich sammelnden Dampfwassers sind an der unteren Stirn-d drei Ableitungsrohre angebracht.

Fig. 17. Fig. 18.

1) Bessere Ausnutzung der Wasserkräfte, auch Ebbe und Flut oder Wind reichen nicht hernd dafür aus, wohl aber könnte an die Ausnutzung der Sonnenwärme in den Tropen cht werden. (Vgl. Zft. f. angew. Chem. 1897, 481.)

2) Ausführlich in F. Fischer: Chemische Technologie der Brennstoffe Bd. 2.

Zur Herstellung von Braunkohlensteinen werden die bis zu einem gewissen Gr[illegible] getrockneten Kohlen einem sehr kurz anhaltenden, zwischen 1000 und 1500 A[illegible] betragenden hohen Druck ausgesetzt, um sie bis zur Steinhärte zu verdichten. Di[illegible] der Braunkohle enthaltenen harzigen und organischen Stoffe, als Bernstein, Ox[illegible] Mellit, Retinit, Pyropissit u. s. w., erhitzen sich unter dem plötzlichen hohen Dru[illegible] erweichen und bilden gleichsam den Kitt für die holzig-kohligen Theilchen der Bra[illegible] kohle. Der Wassergehalt ist von 40 bis 60 auf 14 bis 18 Proc. herabzumindl[illegible] welcher Gehalt verbleiben muss, damit beim Pressen die harzigen Theile nicht zu st[illegible] erwärmt werden, sich zersetzen und ihre Bindekraft verlieren.

Die Kohlenziegel (Kohlenbriketts, Presskohlen, Brennsteine) bestehen [illegible] Steinkohlenklein und einem Bindemittel, welches theils organischer, theils unorganis[illegible] Natur ist. Kohlenklein und Bindemittel werden vereinigt und dann unter Presse[illegible] die übliche Form gebracht. Zu den Bindemitteln organischer Art, welche man in[illegible] Presskohlenfabrikation anwendet, gehören besonders Steinkohlentheer, weiches [illegible] hartes Steinkohlenpech, ferner Asphalt, Stärkekleister aus Kartoffel- oder Getre[illegible] mehl, Eiweiss, Melasse u. dgl.; zu den letzteren Letten, Gyps, Alaun mit K[illegible] Wasserglas u. dgl.[1]).

Die geformte Holzkohle (Pariser Kohle) besteht aus Holzkohle, welcher man d[illegible] Beimischen von Holztheer und Verkohlung des letzteren Zusammenhang ertheilt hat. 1[illegible] Kohlenpulver werden mit Steinkohlentheer durchknetet; die durchknetete Masse wird da[illegible] in die Form von Cylindern gebracht. Die geformten Kohlencylinder werden 36 bis 48 Stu[illegible] lang an der Luft ausgetrocknet und darauf in Muffelöfen verkohlt. — Hierher gehört auch[illegible] gepresste Holzkohle (Pyrolith), bestehend aus Holzkohlenpulver, etwas Salpeter und e[illegible] Bindemittel (Dextrin oder Kleister). Durch den Salpeter wird die Entzündlichkeit der K[illegible] erhöht und das Fortbrennen derselben erleichtert. Man verwendet die Presskohle zum He[illegible] der Eisenbahnwagen, für kleine Wärmöfen u. dgl. Ein sehr mangelhafter Brennstoff sind[illegible] mit viel Reclame von Nieske in den Handel gebrachten aus Kohlenpulver geformten Stü[illegible] Carbonatron genannt.

Koks[2]). Das Verkoken der Steinkohle hat den Zweck: 1) den Koh[illegible] stoffgehalt zu vergrössern, um mit dem Koks eine höhere Temperatur als mit [illegible] Steinkohlen hervorbringen zu können; 2) die während des Brennens, namentlich [illegible] häuslichen Gebrauch, unangenehm riechenden Bestandtheile zu entfernen; 3) [illegible] Steinkohlen die Eigenschaft zu benehmen, in der Hitze teigig zu werden, wodu[illegible] besonders bei der Anwendung in Schachtöfen, die Gebläseluft durchzudringen [illegible] hindert wird; 4) einen Theil des Schwefels des in Steinkohlen stets enthalt[illegible] Schwefelkieses zu entfernen.

Die Meilerverkokung ist der Meilerverkohlung sehr ähnlich; sie ist, wie[illegible] Haufenverkokung nur noch von geringer Bedeutung.

Ofenverkokung[3]). Gegenwärtig wird das Verkoken der Steinkohlen [illegible] durchweg in eigentlichen Oefen (Koksöfen) ausgeführt.

Koksofen von Gebr. Appolt bildet einen stehenden Schacht, welcher[illegible] aussen geheizt wird; die Erhitzung des Ofenschachtes geschieht durch die bei der [illegible] kokung sich entwickelnden und angezündeten Dämpfe und Gase. Fig. 19 zeigt[illegible] Durchschnitt, Fig. 20 den Horizontaldurchschnitt nach der Linie 1 bis 2. Dami[illegible] Hitze besser in die Schächte *a* dringe, sind dieselben von länglich viereckigem Q[illegible] schnitte (0,45 und 1,24 m bei 4 m Tiefe) und zur besseren Ausnutzung der W[illegible] sind je 12 Schächte in zwei Reihen zu einem Gesammtofen vereinigt. Die einze[illegible]

---

1) Ausführlich in Fischer: Chemische Technologie der Brennstoffe Bd. 2.

2) Englisch Cockes (von coquere), nicht coaks (von coagere), daher auch im Deuts[illegible] Koks (mit dem allerdings nicht gebräuchlichen Singular Kok).

3) Ausführlich in F. Fischer: Chemische Technologie der Brennstoffe (Braunsch[illegible] 1898) Bd. 2.

ichte, deren Wände durch hohle Räume *b* getrennt sind, sind unter sich und mit Mantel durch Bindesteine verbunden; die hohlen Räume sind mit einander verlen. Jede Abtheilung hat zwei Oeffnungen, eine obere, durch welche die Steinlen eingeschüttet werden, und eine untere, mit einer klappenartigen eisernen Falle verschlossen, durch welche man die Koks herausfallen lässt. In dem unteren

Fig. 19. Fig. 20.

ile der Seitenwand der Abtheilungen sind zwischen den Steinen enge Spalten *e* anacht, durch welche die Gase und Dämpfe abziehen, welche in den hohlen Räumen, r Mitwirkung von Luft, die durch *f* einströmt, verbrannt werden. Die durch diese brennung erzeugte Hitze bewirkt die Verkokung der im Innern der Abtheilungen ndlichen Steinkohle. Die verbrannten Gase strömen durch die Kanäle *g* und *h* ab. ch die Schieber *R* wird der Zug geregelt. Die Kanäle *g* münden in einen wagten Kanal *i*, die Kanäle *h* in einen solchen *j*. Die beiden Kanäle *i* und *j* vergen sich in der Esse *k*. Die Abtheilungen des Ofens sind (Fig. 19) an ihrem ren Ende durch stufenweise vorspringende Steine verengt, so dass nur eine kleine nung übrig bleibt, welche durch einen gusseisernen Deckel verschlossen wird. e über jede Reihe von Ofenabtheilungen angebrachte Eisenbahn nimmt den Wagen welcher jedesmal etwa 12 hk Steinkohlen als Beschickung einer Abtheilung zut. Unterhalb des Ofens sind zwei Kanäle *u* angebracht, in welche auf Eisennen die Wagen geschoben werden, welche die Koks aufnehmen sollen.

Im Saargebiete sind wagrechte Oefen mit lothrechten Gaszügen nach Coppée François-Rexroth in allgemeiner Anwendung. (J. 1890, 5.)

Von grosser Bedeutung sind die Koksöfen mit Gewinnung von Theer d Ammoniak. Der älteste derartige Ofen wurde von Knab nur mit Sohlenzung versehen, Carvès (J. 1863, 753) führte dazu die Wandheizung ein und ssener (J. 1883, 1215) verbesserte die Gas- und Luftzuführung. Bei den darh gebauten 50 Oefen in Gelsenkirchen ist die Retorte 9 m lang, kegelförmig, im tel 0,575 m breit, 1,8 m hoch. Ihr nutzbarer Raum ist 88 Proc. des Gesammtmes und fasst je 5,5 t fein gesiebter, trockener Kokskohlen, 1 cbm derselben zu) k gerechnet. Die Destillation ist seit November 1882 in ununterbrochenem Bebe. Anfänglich wurden fein gesiebte Gaskohlen von Gelsenkirchen verarbeitet;

die Kohlen waren verhältnissmässig, weil nicht gewaschen, zu unrein, der Abs
machte Schwierigkeiten; ausserdem entstand aus der Unreinheit zu viel Lösche, so d
man vortheilhafter fand, namentlich auch wegen der zeitigen Preisverhältnisse, s
Gaskohlen zum grösseren Theile Fettkohlen zu verwenden. Die Garungsdauer,
fänglich 72 Stunden, wurde allmählich durch richtigere Vertheilung der Gase in
Kanäle auf 52 bis 56 Stunden heruntergedrückt. Um eine periodische Regelmässigl
der Beschickungen und Entleerungen der Retorte zu erreichen, erfolgen diesell
gegenwärtig innerhalb 60 Stunden für den Ofen. Das Ausbringen betrug bei:

	Gaskohlen	Fettkohlen
Stückkoks	61,70 Proc.	75,0 Proc.
Kleinkoks	3,50	0,8
Lösche	9,18	1,2
Theer	2,72	2,77
Schwefelsaures Ammoniak . . .	0,924	1,10

Der erhaltene Theer ist sehr dünnflüssig; 100 k desselben ergaben 58,83 Pr
Destillate, 39,51 Pech und 1,65 Proc. Verlust. Die nähere Untersuchung des Thee
lieferte:

An Benzol, scharf mit Schwefelsäure und Natron gereinigt und mehrfach fractionirt:

von 80 bis 100° siedend	0,59
„ 100 „ 140° „	0,49
also von 80 bis 140° siedend . .	1,08
Sogen. „Solvent Naphta“	0,39
Phenol, scharf gereinigt	1,37
Reinanthracen nach Luck mit Schwefelsäure	0,95

während in allen Gastheeren bisher nur 0,25 bis 0,3 Proc. gefunden wurde.

G. Hoffmann verbindet die Koksöfen mit Siemens'schen Wärmespeiche
Diese Einrichtung ist zuerst versuchsweise bei den Schlesischen Kohlen- und Ko
werken in Gottesberg ausgeführt, ohne Anlagen von Condensationsapparaten für
Gas, dann mit sehr vollkommener Verflüssigungseinrichtung an einer Anlage v
20 Koksöfen auf der Zeche Pluto bei Wanne und an 20 Koksöfen bei den genann
Werken in Gottesberg. Fig. 21 zeigt die Gesammtanordnung der Koksöfen u
Condensation auf der Zeche Pluto, Fig. 22 bis 27 (S. 26) veranschaulichen näh
Einzelheiten derselben. — Die Koksöfen mit lothrechten Zügen in den Seitenwänd
sind 9 m lang, haben eine lichte Weite von 0,6 m, eine Höhe von 1,6 m, bis z
Widerlager und die Entfernung von Mitte zu Mitte beträgt 0,95 m. Bei den gewöl
lichen Koksöfen ohne Theer- und Ammoniakgewinnung sind in den Verkokungsräum
Oeffnungen vorhanden, durch welche die Gase aus den Verkokungsräumen zuerst
die Seitenwände und dann in die Sohlkanäle ziehen, um dort mit zugeleiteter Luft
verbrennen und durch diese Verbrennung die Verkokungskammer selbst für den V
kokungsprocess genügend zu heizen. Bei dem vorliegenden Ofen fehlt dagegen je
directe Verbindung von Verkokungsraum und Wand; vielmehr hat ausser den Entla
und den Beschickungsöffnungen, welche während des Betriebes geschlossen sind, die
Ofen nur 2 Oeffnungen *a* im Gewölbe, durch welche die bei dem Verkokungsproce
entwickelten Gase aus dem Ofen entweichen können. In der Seitenwand des Ofens
unter dem Widerlager ein liegender Kanal *m* angeordnet, welcher über den sämm
lichen lothrechten Zügen der Seitenwand hergeht und eine Verbindung derselben
möglicht. Jeder Sohlkanal ist in der Längsrichtung des Ofens durch eine Scheidewa
in zwei Hälften *s* und *S* getheilt. Jede dieser Hälften steht in Verbindung mit zw
Regeneratoren, welche neben einander liegen und von denen *g* und *G* zur Erhitzung d
zur Verbrennung zu verwendenden Gases, *l* und *L* zur Erhitzung der zur Verbrennu

es Gases nothwendigen Luft dienen soll. Diese Regeneratoren sind lange Kanäle, Steinen gitterartig ausgesetzt, um eine grosse Oberfläche zu erzielen. Dieselben en unter der ganzen Gruppe her und an deren Ende stehen die beiden Lufterhitzer l L durch eine Wechselklappe entweder mit dem Luftzuströmungsrohre, oder mit Schornsteine in Verbindung; dabei sind die Gaserhitzer g und G ebenfalls durch besondere Wechselklappe entweder mit dem Gaszuströmungsrohre, oder mit dem

Fig. 21.

rnsteine in Verbindung gebracht. Sind nun die Oefen in Hitze und durch f mit en beschickt, so entweichen die Gase der verkokenden Kohlen durch die Oeffnung a e Steigrohre r und gehen bei geöffnetem Ventile v in die Vorlage V. Von hier n die Gase zur Condensationsanlage, wo sie in den Gaskühlern K gekühlt und in den Gaswaschern (sog. Scrubber) W gewaschen werden (vgl. Fig. 25 bis 27 5). Die Gase werden dann durch das gleiche Gebläse, welches dieselben nach Kühlapparaten hingesaugt hat und das überhaupt die ganze Bewegung der Gase nlasst, wieder von der Condensation weg nach den Oefen hingedrückt und zwar je Stellung der Wechselklappe des Gasdruckrohres entweder nach dem auf der einen liegenden Gasgenerator g, oder nach dem auf der andern Seite liegenden Rerator G. — Nehmen wir an, das Gas gehe zum Gasregenerator g, so wird die nselklappe der Luftregeneratoren so gestellt, dass die eingeblasene Luft in den regenerator l tritt. Dieser und der Gasregenerator g münden bei jedem Ofen durch n einander liegende Oeffnungen o und d in den Sohlkanal s. Die Verbrennung t theils im Sohlkanale selbst, theils auf dem weiteren Wege statt. Der gesammte n der in Verbrennung begriffenen Gase und der hoch heissen Verbrennungsproducte durch die neben einander liegenden Steigkanäle c in den wagrechten Kanal m und da, durch die lothrechten Züge e abfallend, in den Sohlkanal S, von wo die nunsämmtlich als verbrannt anzunehmenden Gase durch den Luftregenerator L und

Fig. 22.

Fig. 24.

Fig. 25.

Fig. 26.

Fig. 23.

Fig. 27.

den Gasregenerator *G* zum Kamine entweichen und auf diesem Wege ihre Hitze an
Gitterwerk der Regeneratoren abgeben. Nach einer bestimmten Zeit, etwa 1 Stu

rden die beiden Wechselklappen umgestellt und es tritt alsdann der umgekehrte
эg ein. Das Gas tritt aus der Condensation in den Gasregenerator *G*, die Luft
den Luftregenerator *L*. Die Verbrennung findet im Sohlkanale *S* statt. Die
omrichtung des Gases, der Luft und der Verbrennungsproducte geht durch *e*
h *m* und dann durch *c* nach *s* und durch die Regeneratoren *l* und *g* zu dem
mine.

Dies ist die ursprüngliche Einrichtung der Koksöfen auf Zeche Pluto; es wurde
och von Anfang an darauf verzichtet, das Gas zu regeneriren, so dass nur die Luft
gewärmt wird und zwar aus folgenden Gründen: Das Nebeneinanderliegen der
gen Gas- und Luftregeneratoren kann durch mögliche Undichtigkeiten der Zwischen-
nde zu einer Vermischung von Gas und Luft bereits in den Regeneratoren, also zu
ımelzungen in denselben führen, was Betriebsstörungen zur Folge haben müsste.
rner geht bei jeder Umstellung der Wechselklappe ein ganzer Regeneratorinhalt an
s verloren und dieser ist bei der Grösse der Regeneratoren nicht unbedeutend. Zu-
n kommt das bei der Umstellung weggehende heisse Gas zwischen Klappe und
ıornstein mit dem Inhalte des heissen Luftregenerators zusammen und es können
plosionen erfolgen. Endlich ist das Volumen der zur Verbrennung des Gases noth-
ıdigen Luft ungefähr das 6fache des Gases; es erscheint also bei dieser Zusammen-
zung einfacher und wichtiger, die grosse Masse Verbrennungsluft allein auf eine sehr
ıe Temperatur zu bringen, als ausser der Verbrennungsluft auch noch die kleine
nge Gas zu erhitzen und die hierzu nöthige Hitze der Verbrennungsluft zu ent-
hen. Man benutzt daher beide neben einander liegende Regeneratoren nur für die
ft und führt das Gas aus dem von der Condensation zurückkommenden Gasdruck-
re je nach Stellung der Wechselklappe entweder nach dem Rohre *n*, oder nach dem
der andern Seite der Koksöfen liegenden Rohre *N*. An jedem Ofen ist durch eine
ine Gasdüse, welche mit einem Hahne versehen ist, eine Verbindung zwischen Gas-
ckrohr und Ofensohlkanal hergestellt. Die Klappe im Gasdruckrohre und die
ıppe im Ende der Luftregeneratoren werden entsprechend gestellt. Wenn also das
s durch die Gasdruckleitung und deren Düsen in die Sohlkanäle auf der einen
te tritt, so streicht auch die Luft durch die auf der gleichen Seite befindlichen
generatoren in dieselben Sohlkanäle und die Verbrennung und der Weg der
rbrennungsproducte ist der schon dargelegte. Bei der Umstellung findet der
gekehrte Weg statt.

Statt der zwei Regeneratoren auf jeder Seite wendet man daher jetzt nur noch
en einzigen auf jeder Seite der Batterie an und dienen diese nur zum Wiedererhitzen
Luft. Durch diese einräumige Lufterhitzung mit wechselnder Zugrichtung kann
Verbrennungsluft ganz ausserordentlich rasch und hoch erhitzt werden, viel rascher
l höher als durch diejenigen mehrräumigen Anlagen, welche auf der stetigen Er-
zung der Verbrennungsluft durch Wände hindurch beruhen, auf deren einer Seite die
hitze heizt, während auf der anderen die zuströmende Verbrennungsluft sich er-
men soll. Die Luft kommt bei dieser Siemens'schen Regeneration auf Zeche
to auf eine Temperatur von über 1000° und durch Anwendung einer so hochgradig
ssen Luft als Verbrennungsluft wird es ermöglicht, dass von den aus der Conden-
on zurückkommenden kalten und durch den Verlust an Theer weniger heizkräftigen
sen nur ein gewisser Theil gebraucht wird, um durch seine Verbrennung den Ver-
ungsprocess im Gange und die Oefen hinreichend heiss zu erhalten. Es hat sich
n Betriebe auf Pluto herausgestellt, dass man nicht das sämmtliche vorhandene Gas
Heizung der Oefen verwenden darf, wenn die betreffenden Verbrennungsstellen
lgl. nicht zu heiss werden sollen, und dass man also viel mehr Gas hat, als man zur
terhaltung des Verkokungsprocesses braucht; es beträgt der Ueberschuss etwa

100 cbm für Ofen und Tag. Die Temperatur in Sohlkanälen und Seitenwände[illegible] so hoch, dass der Verkokungsprocess bei normaler Ladung, der Ofen mit 57[illegible] trockener Kohlen gerechnet, in 48 Stunden vor sich geht; sehr häufig ist die Garu[illegible] zeit eine geringere. Wird die Garungszeit eine geringere, als erwünscht, so bra[illegible] man nur weniger Gas zuzuführen, um durch eine kleine Erniedrigung der Tempe[illegible] wieder eine Garungszeit von 48 Stunden zu bekommen. Man hat überhaupt [illegible] Process ganz ausserordentlich in der Hand, weil sowohl Gas, als Luft eingeblasen [illegible] und die Mengen beider genau geregelt werden können. Die Güte des Koks ist [illegible] ganz vorzügliche. Das Ausbringen an Koks ist in Folge des völligen Luftabschlu[illegible] um 7 Proc. höher als bei gewöhnlichen Oefen.

Die Gaskühler *K* (Fig. 25 und 26 S. 26) sind eiserne stehende Cylinder, mi[illegible] Deckel und Boden derselben befestigten Eisenröhren *x*. Aus dem Aufsatze *w* st[illegible] Wasser durch die Eisenröhren nach unten und kühlt das Gas ab, welches seinen [illegible] zwischen diesen Kühlröhren der Richtung des kalten Wassers entgegen nimmt. Meh[illegible] Gaskühler stehen so mit einander in Verbindung, dass das Kühlwasser, welches von [illegible] ersten Gaskühler unten abfliesst, bei dem zweiten oben einfliesst und so fort, währ[illegible] das Gas den entgegengesetzten Weg macht. Das Gas hat nach seinem Entweichen [illegible] dem Ofen im Steigrohre eine Temperatur von 600 bis 700°, in der Vorlage eine so[illegible] von 200 bis 400° je nach der Entfernung vom Steigrohre, vor den Gaskühlern [illegible] Temperatur von 75 bis 120°, hinter denselben von 17 bis 30°. Durch die Abkühl[illegible] verliert das Gas einen grossen Theil Theer und Ammoniakwasser und zwar von [illegible] gesammten Ammoniakwasser, welches die Condensation liefert, etwa 75 Proc. In [illegible] als Gaswascher dienenden stehenden eisernen Cylindern *W* (Fig. 27 S. 26) ist in [illegible] ständen von etwa 10 cm eine grosse Zahl von gelochten Blechen über einander [illegible] gebracht. Auf das oberste Blech tropft fortwährend kaltes Wasser, so dass von Bl[illegible] zu Blech ein Regen von Wassertropfen nieder- und dem Gase entgegenträufelt, welc[illegible] in der dem Wasser entgegengesetzten Richtung sich bewegt und seinen Ammoni[illegible] gehalt an das Wasser abgibt. Das Ammoniak haltige Wasser fliesst unten ab und w[illegible] wenn es noch nicht hinreichend stark an Ammoniak ist, nochmals und weiterhin so [illegible] nach oben und dem Gase entgegen gepumpt, bis es für den Verkauf genügend reich [illegible] Ammoniak ist. Mehrere Gaswascher stehen so mit einander in Verbindung, dass [illegible] Gas bei seinem Durchgange durch dieselben in dem letzten vor seinem Austritte nur [illegible] reinem Wasser in Berührung kommt und dass die Anreicherung des Ammoniakwass[illegible] in denjenigen Gaswaschern stattfindet, in welche das Gas zuerst eintritt. Die G[illegible] wascher entfernen die in den Gaskühlern noch übrig gebliebenen 25 Proc. des Ammoni[illegible] gehaltes und bringen auch zugleich mit dem Ammoniakwasser noch sehr viel Theer [illegible] Ausscheidung. Die Temperatur des Gases wird bei Anwendung von genügend kal[illegible] Wasser in den Gaswaschern bis auf 13° heruntergebracht. Die Trennung des Thee[illegible] und Ammoniakwassers findet in Cisternen nach dem specifischen Gewicht statt. [illegible] Ammoniakwasser wird für den Verbrauch so lange auf den Gaswaschern angereich[illegible] bis es etwa 3 bis 3,5° B. hat, entsprechend 1,78 Proc. Ammoniak; da nun et[illegible] 14 Proc. 3grädiges Ammoniakwasser entfallen, so stellt sich die Ausbeute [illegible] Ammoniak, auf schwefelsaures Ammoniak gerechnet, auf etwa 1 Proc. der trocl[illegible] nen Kohle.

Auf Zeche Pluto wird das Ammoniakwasser nicht auf schwefelsaures Ammoniak verarbei[illegible] sondern als Ammoniakwasser nach seinem Ammoniakgehalte nach Graden Beaumé verkau[illegible] Die Theerausbeute betrug hier im Durchschnitte des besten Betriebsmonates 3,46 Proc., b[illegible] des schlechtesten Monates 2,78 Proc. auf trockene Kohle gerechnet. Diese Schwankungen [illegible] Ausbringens sind darauf zurückzuführen, dass man längere Zeit nur unbedeutende Mengen Kü[illegible] wassers zur Verfügung hatte. Der Kühlwasserbedarf ist für jeden Ofen täglich 5 cbm. — [illegible] Gehalt des Theeres an den in Betracht kommenden Stoffen ist auf wasserfreien Theer berechn[illegible]

Benzol	0,954 bis 1,06	Proc. vom Theer,
Naphtalin	4,27 „ 5,25	„ „ „
Anthracen	0,575 „ 0,64	„ „ „
Pech	etwa 50	„ „ „

n diesem Peche kann je nach der Menge des unlöslichen Rückstandes noch ein mehr oder niger grosser Theil bei fortgesetzter Destillation übergetrieben werden. Der in concentrirter sigsäure oder Benzin unlösliche Rückstand beträgt 10 bis 25 Proc. des Theeres. — Wie ion schon erwähnt, sind in jedem Ofen 100 cbm Gas übrig, welches folgende Zusammenzung hat:

	Kokereigas
Benzoldampf	0,60
Aethylen (C_2H_4)	1,61
Schwefelwasserstoff	0,42
Kohlensäure	1,39
Kohlenoxyd	6,41
Wasserstoff	52,69
Methan	35,67
Wasser	1,21

Der Geldertrag aus der Gewinnung der Nebenproducte hängt, abgesehen der Construction der Koksöfen und der Condensation, auch abgesehen von der sorgsamen hrung des Betriebes, wesentlich von der Zusammensetzung der Kohle ab, d. h. von dem chthume an Gas, an Theer und an Ammoniak. Gute Kokskohlen eignen sich also jedenfalls zugsweise zu einer Verkokung mit gleichzeitiger Gewinnung der Nebenproducte. Bei nahme eines Theerpreises von 5,50 Mark für 100 k stellt sich auf 10 t trockene Kohlen der nerlös an Theer bei einem Ausbringen von 3,5 Proc. auf 19,25 Mark. Die Ammoniakausbeute Kohlen ist in Westfalen allgemein etwa 1 Proc. der trockenen Kohlen auf schwefelsaures moniak gerechnet. In Oberschlesien ist die Kohle meist noch reicher an Ammoniak und t bis zu 1,37 Proc. der trockenen Kohle auf schwefelsaures Ammoniak berechnet. In Niederlesien ist der Gehalt etwa 0,8 bis 0,9 Proc., also niedriger, und im Saarbrücker Bezirk sogar 0,7 bis 0,8 Proc., immer auf schwefelsaures Ammoniak und trockene Kohle berechnet. Bei nahme des Marktpreises von 27 Mark für 100 k schwefelsaures Ammoniak (inzwischen auf 20 22 Mark gefallen) und bei Abzug von 5 Mark Fabrikationskosten für 100 k schwefelsaures moniak stellt sich der Reinerlös an Ammoniak auf 10 t trockene Kohle bei einem Ausbringen 1,37 Proc. Ammoniumsulfat auf 30,10 Mark. Man kann annehmen, dass ein Koksofen, der allen Condensationsanlagen zur Gewinnung der Nebenproducte ausgerüstet ist, das 3- bis che von einem gewöhnlichen Koksofen kostet.

Eine sehr wichtige Neuerung ist die Gewinnung des Benzols aus den kereigasen durch Waschen derselben mit Theeröl[1]). Nach Donath werden aus k Steinkohle bei der Verkokung 28 cbm Gas erhalten, welche für 1 cbm an thracenöle 40 g roher Leichtöle abgeben. Wenn eine Koksanstalt täglich 3000 hk hle verkokt, so liefert sie demnach täglich 84 000 cbm Gas. Zum Befördern dieser smenge ist ein Gebläse erforderlich, das stündlich die Gasmenge von 3500 cbm augen und durch 3 m Flüssigkeitshöhe der Absorptionsöle durchpressen kann, wobei wirkliche Gesammtdruck, den das Gas zu überwinden hat, jedoch nur einer Wasserle von 170 cm entspricht; die hierzu nothwendigen Rohrleitungen besitzen zweckssig 0,5 m Durchmesser. Damit das Gas nicht stossweise in die Absorptionsonnen gelangt, muss zwischen dem Gebläse und den Colonnen ein Behälter als Gasmler eingeschaltet werden, und da das Gas durch die Comprimirung erwärmt, bei erer Temperatur aber weniger gut von den Anthracenölen absorbirt wird, so muss Gas vorher entsprechend abgekühlt werden. Die Absorptionscolonnen selbst haben einem Durchmesser von 2,1 m etwa eine Höhe von 3 m und eine ähnliche Conction, wie die Colonnen in der Ammoniaksodafabrikation. Die Erfahrung hat ehrt, dass die Absorptionsöle im günstigsten Falle 10 Proc., im minder günstigen

1) Vgl. F. Fischer: Chemische Technologie der Brennstoffe (Braunschweig 1898) Bd. 2.

6,7 Proc. roher Leichtöle aufnehmen, woraus sich ergibt, dass für täglich 84 000 Gase 30 240 bis 52 640 k Absorptionsöle zur Anwendung gelangen müssen, und demnach, um die absorbirten Leichtöle (3360 k) wieder vollständig abzutreiben, 33 bis 56 000 k der angereicherten Oele abzudestilliren sind. Wenn man hierbei bis völligen Abtreibung der bis 200° siedenden Bestandtheile geht, so benöthigt 267 200 k Dampf von 4 Atm. Spannung und ungefähr 125 cbm Kühlwasser, sowohl das Destillat von rohen Leichtölen, als auch die abdestillirten Rückstand zu kühlen.

Bekanntlich gelingt es nie, den gesammten Stickstoff der Steinkohle der trockenen Destillation in Ammoniak überzuführen. So fand W. Foster der Destillation einer Steinkohle mit 1,73 Proc. Stickstoff 14,51 Proc. des Gesam stickstoffes als Ammoniak, 1,56 Proc. als Cyan, 35,26 Proc. im Gase und 48,66 P in den Koks. Winkler (J. 1884, 1249) untersuchte die verarbeiteten Kohlen die gewonnenen Koks der Koksanlage in Deuben. Die eingesetzte Beschickung 50 hl oder 4061,5 k Steinkohle hatte folgende Zusammensetzung:

Kohlenstoff	58,44 Proc.
Wasserstoff	3,75
Sauerstoff	5,99
Stickstoff	1,08
Schwefel	1,92
Asche	10,05
Wasser	18,77

und lieferte:

15,0 hl oder	719,5 k	guten Koks
33,0 „ „	1359,5 „	Cinder
2,3 „ „	144,0 „	Koksasche
50,3 hl oder	2223,0 k	

Im Verhältnisse dieser Gewichte wurde die Durchschnittsprobe Koks zusammengese welche bestand aus:

Kohlenstoff	72,88 Proc.
Wasserstoff	0,48
Sauerstoff	2,31
Stickstoff	0,56
Schwefel	2,56
Asche	18,36
Wasser	2,85

Demnach lieferten 100 Th. obiger Steinkohle bei der Verkokung

53,2 Th. Koks mit		entsprechend	46,8 Th. flüchtige Producte mit		entsprechend
Kohlenstoff	39,91 Th.	68,3 Proc.	Kohlenstoff	18,53 Th.	31,7 Proc.
Wasserstoff	0,26	6,9	Wasserstoff	3,49	93,1
Sauerstoff	1,27	21,2	Sauerstoff	4,72	78,8
Stickstoff	0,31	28,7	Stickstoff	0,77	71,3
Schwefel	1,40	72,9	Schwefel	0,52	27,1
Asche	10,05	100,0	Asche	—	8,0
Wasser	—	0,0	Wasser	18,77	100,0
	53,20 Th.			46,80 Th.	

Wie viel von dem bei diesem Versuche in die flüchtigen Producte übergegangen Stickstoffe darin in Gestalt von Ammoniak enthalten war, liess sich nicht ermitte Winkler nimmt aber an, dass jährlich 18 000 000 t Steinkohlen verkokt werd woraus man 58 600 t Ammoniak gewinnen könnte. (Vgl. J. 1889, 13; 1894, 51.)

Koks bilden eine dichte Masse, welche schwer zu zerbrechen und zu zerdrücken und keine zu grossen Blasenräume enthalten soll. Koks aus backenden Stücklen zeigen blumenkohlähnlich gewundene Umrisse und ein geflossenes Ansehen, inge der feinen Zertheilung von Kohlenstoff, der sich bei hoher Temperatur aus den Beginn der Verkokung sich bildenden Kohlenwasserstoffen abscheidet. Die Farbe schwarzgrau bis eisengrau, der Glanz ein matter Metallglanz. Der organisch undene Schwefel wird nur zum Theil beim Verkoken entfernt.

Entgasung, Vergasung, Verbrennung.

Für die Verwendung der bisher besprochenen Brennstoffe (Holz, Torf, Kohle) ist entlich ihr Verhalten beim Erhitzen.

1. Für sich allein erhitzt: Verkohlen (S. 12), Verkoken (S. 22), Leuchtgas (S. 34).
2. Unter Zufuhr von gebundenem Sauerstoff (H_2O, CO_2): Wassergas (S. 49), Mischgas (S. 44).
3. Mit beschränkter Zufuhr von freiem Sauerstoff (Luft): Generatorgas (S. 40).
4. Mit ausreichender Luftzufuhr: Gewöhnliche Feuerungen (S. 58).

Die Vorgänge unter 1. werden mit Entgasung, die unter 2. und 3. mit Verung bezeichnet; 1. und 2. gehen unter Wärmebindung, 3. und 4. unter rmeentwicklung vor sich.

Entgasung. Wird Holz erhitzt, so entweicht zunächst das hygroskopische sser, bei etwa 170⁰ entweicht ein Theil des Kohlenstoffes als Kohlensäure, lenoxyd, Methan; Wasserstoff und Sauerstoff spalten sich als Wasser ab, es treten ählich die Bestandtheile des Holzgeistes (Methylalkohol u. s. w.), Essigsäure, er u. dergl. auf, während die zurückbleibende Holzkohle immer reicher an lenstoff wird. Nachfolgende Uebersicht zeigt die wesentlichen Stoffe der Holzasung:

Holz
- 20 bis 25 Proc. Gas
  - Kohlensäure CO_2
  - Kohlenoxyd CO
  - Wasserstoff
  - Methan CH_4
  - Acetylen C_2H_2
  - Aethylen C_2H_4
  - Propylen C_3H_6
  - Butylen C_4H_8
  - Benzol C_6H_6
- 3 bis 9 Proc. Theer
  - Benzol C_6H_6
  - Toluol C_7H_8
  - Xylol C_8H_{10}
  - Styrolen C_8H_8
  - Naphtalin $C_{10}H_8$
  - Reten $C_{18}H_{18}$
  - Paraffin $C_{20}H_{42}$ bis $C_{22}H_{46}$
  - Pyrogallussäuredimethyläther $C_8H_{10}O_3$
  - Phenol C_6H_6O
  - Parakresol, Guajakol, Kresol
  - Phlorol $C_8H_{10}O$
  - Brenzcatechin $C_6H_6O_2$
  - Methylester des Brenzcatechins (Guajacol) und Homologe: $C_7H_8O_2$, $C_8H_{10}O_2$, $C_9H_{12}O_2$
  - Brandharze

Holz
- 35 bis 45 Proc. Holzessig (Wasser u.)
  - Furfurol $C_5H_4O_2$
  - Ameisensäure CH_2O_2
  - Essigsäure $C_2H_4O_2$
  - Propionsäure $C_3H_6O_2$
  - Buttersäure $C_4H_8O_2$
  - Valeriansäure $C_5H_{10}O_2$
  - Capronsäure $C_6H_{12}O_2$
  - Crotonsäure $C_4H_6O_2$
  - Angelicasäure $C_5H_8O_2$
  - Aceton C_3H_6O
  - Essigsaures Methyl $C_3H_6O_2$
  - Methylalkohol CH_4O
  - Allylalkohol C_3H_6O
  - Methylamin CH_5N
  - Hydrocoerulignon $C_{15}H_{16}O_6$
  - Phenole, Guajacole und Brandharze
- 20 bis 30 Proc. Holzkohle
  - Kohlenstoff
  - Wasserstoff und Sauerstoff
  - Asche

Die bei der Destillation von Buchenholz entwickelten Gase enthalten nach Unt suchungen des Verf. (J. 1880, 417) 58 bis 65 Proc. Kohlensäure, 30 bis 35 Pr Kohlenoxyd, bis 5 Proc. Methan, bis 4 Proc. Wasserstoff; der Brennwerth dieser G ist sonach gering. Aehnlich sind die bei der Entgasung von Torf entwickel Producte, während die aus Braunkohlen schon einen wesentlich höheren Bre werth zeigen (vgl. Paraffin).

Am vollständigsten sind die Entgasungsproducte der Steinkohl bekannt (siehe Tabelle S. 34 und 35).

Je nach Höhe und Dauer der Erhitzung sind diese Producte verschieden. erhielt Wright aus derselben Menge Kohle, je nach der angewendeten Tempera 8,25 bis 12 cbm Leuchtgas folgender Zusammensetzung:

Menge	8,25 cbm	9,7 cbm	12 cbm
Wasserstoff	38,09 Proc.	43,77 Proc.	48,02 Proc.
Kohlenoxyd	8,72	12,50	13,96
Methan	42,72	34,50	30,70
Schwere Kohlenwasserstoffe	7,55	5,83	4,51
Stickstoff	2,92	3,40	2,81

Eine Kohle, welche zur völligen Entgasung 6 Stunden erforderte, gab in angegebenen Zeiten Gase folgender Zusammensetzung:

Nach	10 Min.	1 Std. 30 Min.	3 Std. 25 Min.	5 Std. 35 M
Schwefelwasserstoff	1,30	1,42	0,49	0,11
Kohlensäure	2,21	2,09	1,49	1,50
Wasserstoff	20,10	38,33	52,68	67,12
Kohlenoxyd	6,19	5,68	6,21	6,12
Methan	57,38	44,03	33,54	22,58
Schwere Kohlenwasserstoffe	10,62	5,98	3,04	1,79
Stickstoff	2,20	2,47	2,55	0,78

Derselbe gibt folgende Vertheilung der Bestandtheile von 100 Th. Derbysh Silkstone-Kohle bei etwa 800°.Destillationstemperatur:

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Schwefel	Stickstoff	Sauerstoff
s	57,38	1,24	1,05	1,06	1,28
r	6,11	0,46	0,05	0,06	0,60
asser	0,08	1,06	0,12	0,22	8,30
. . . .	7,56	2,85	Spur	0,36	1,46
einigungsmasse .	0,22	0,02	0,39	0,01	0,56
	71,35	5,63	1,61	1,71	12,20

100 k Kohle gaben somit 64,97 k Koks (mit 2,96 Asche), 7,27 k Theer, 9,78 k vasser, 21,14 cbm Leuchtgas. Bei etwa 1100° entgast:

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Schwefel	Stickstoff	Sauerstoff
. . . .	57,95	0,70	0,77	0,47	1,24
r	4,78	0,38	0,06	0,05	1,18
asser	0,08	1,06	0,13	0,21	8,30
. . . .	8,53	3,42	Spur	0,86	2,30
einigungsmasse .	0,38	0,04	0,74	0,02	0,93
	71,73	5,61	1,70	1,61	13,95

Erhalten wurden 31,21 cbm Leuchtgas, 64,10 k Koks, 6,47 k Theer, 9,78 k vasser. Die Analyse der Kohlen ergab:

Kohlenstoff	75,71
Wasserstoff	6,27
Schwefel	1,72
Stickstoff	1,62
Sauerstoff	11,59
Asche	2,99

Es wurde somit in den Producten weniger Kohlenstoff, aber mehr Sauerstoff nden. (Vgl. J. 1889, 25 u. 30.)

Ein grosser Theil dieser Stoffe ist unmittelbar aus der Kohle, ein anderer aus den n Producten entstanden, da mit der Dauer und Höhe der Temperatur sich die irkung der ersten Destillationsproducte auf einander steigert. Aethylen z. B. llt in der Hitze theilweise in Wasserstoff und Naphtalin, theils nach: $C_2H_4 =$ $+ 2H_2$, Methan nach $CH_4 = C + 2H_2$. Mit Wasserdampf geben beide Gase: $CH_4 + H_2O = CO_2 + 3H_2$ und $C_2H_4 + 2H_2O = 2CO + 4H_2$. l. Methan geben mit 6 Vol. Sauerstoff: $2CH_4 + 3O_2 = CO_2 + CO + 3H_2O + H_2$. Berthelot's eingehenden Versuchen bildet das Methan Aethylen, Propylen, eicht die ganze Reihe der polymeren Kohlenwasserstoffe, Acetylen gibt Benzol eine polymere Reihe $(C_2H_2)_n$ u. s. f. Ausserdem wirken Wasserdampf und Kohlen- in der S. 37 besprochenen Weise auf die Kohle.

Vollständige Analysen von fertigem Leuchtgase, und zwar: Heidelberger von R. Bunsen, Königsberger Gas von Blochmann, Hannoversches Gas Verf. [1]):

1) J. 1882, 1142; 1883, 1270; 1886, 160; 1887, 160.

Steinkohlen-Entgasung.

Siedepunkt	Kohlenwasserstoff		Andere neutrale Stoffe	Säuren	Basen
	Fettreihe	Aromatische Reihe			
Gase	Methan, CH_4		Wasserstoff	Schwefelwasserstoff, H_2S	Ammoniak, NH_3
Gase	Aethylen, C_2H_4		Stickstoff		
Gase	Acetylen, C_2H_2		Cyan, Cn	Cyanwasserstoff, CNH	
Gase	Propylen, C_3H_6		Kohlenoxyd, CO	Kohlensäure CO_2	
Gase	Allylen, C_3H_4		Kohlenoxysulfid, COS		
Gase	Butylen, C_4H_8				
20°	Crotonylen, C_4H_6				
33	Amylen, C_5H_{10}				
38	Pentan, C_5H_{12}				
47			Schwefelkohlenstoff, CS_2		
70	Hexan, C_6H_{14}				
71	Hexylen, C_6H_{12}				
81	Hexoxylen, C_6H_{10}	Benzol, C_6H_6			
82			Acetonitril, C_2H_3N		
84			Thiophen, C_4H_4S		
94	Heptylen, C_7H_{14}				
98	Heptan, C_7H_{16}				
100			Wasser, H_2O		
111		Toluol, C_7H_8			
113			Thiotolen, C_5H_6S		
115					Pyridin, C_5H_5N
119				Essigsäure, $C_2H_4O_2$	
124	Octan, C_8H_{18}				
126					Pyrrol, C_4H_5N
134					α-Picolin, C_6H_7N
137		Paraxylol, C_8H_{10}	Thyoxen, C_6H_8S		
141		o- und m-Xylol, C_8H_{10}			
142					α-Dimethylpyridin, C_7H_9N
145		Styrol, C_8H_8			
152	Nonan, C_9H_{20}				

171	Decan, $C_{10}H_{22}$	Terpen, $C_{10}H_{16}$			
175	Nonon, C_9H_{14}	Hemellithol, C_9H_{12}			
179					Collidine, $C_8H_{11}N$
184				Phenol, C_6H_6O	Anilin, C_6H_7N
188				Orthokresol, C_7H_8O	α-Parvolin, $C_9H_{13}N$
196		Durol, $C_{10}H_{14}$			
199				Parakresol, C_7H_8O	
201	Duodecan, $C_{12}H_{26}$			Metakresol, C_7H_8O	
205		Naphtalinhydrür, $C_{10}H_{10}$			
211				m-Xylenol, $C_8H_{10}O$	Coridin, $C_{10}H_{15}N$
218		Naphtalin, $C_{10}H_8$			
222			Phenylsenföl, C_7H_5NS		
225				o-Xylenol, $C_8H_{10}O$	
230					Rubidin, $C_{11}H_{17}N$
239	$C_{14}H_{30}$				Chinolin, C_9H_7N
243		Methylnaphtalin, $C_{11}H_{10}$			Chinaldin, $C_{10}H_9N$
250				Benzoësäure, $C_7H_6O_2$	
251					Viridin, $C_{12}H_{19}N$
254		Diphenyl, $C_{12}H_{10}$			
257					Lepidin, $C_{10}H_9N$
260	$C_{15}H_{32}$	Acenaphtenhydrür, $C_{12}H_{12}$			
264		Dimethylnaphtalin, $C_{12}H_{12}$			
274					Cryptidin, $C_{11}H_{11}N$
280		Acenaphten, $C_{12}H_{10}$		α-Naphtol, $C_{10}H_8O$	
294				β-Naphtol, $C_{10}H_8O$	
295		Fluoren, $C_{13}H_{10}$			
305		Anthracendihydrür, $C_{12}H_{12}$			
340		Phenanthren, $C_{14}H_{10}$			
350		Reten, $C_{18}H_{18}$		Pyrokresol, $C_{15}H_{14}O$	
355			Carbazol, $C_{12}H_9N$		
über 360	Paraffin	Anthracen, $C_{14}H_{10}$			Acridin, $C_{13}H_9N$
		Methylanthracen, $C_{15}H_{12}$			
		Fluoranthren, $C_{15}H_{10}$			
		Pseudophenanthren, $C_{16}H_{12}$	Phenylnaphtyl-carbazol, $C_{16}H_{11}N$		
		Pyren, $C_{16}H_{10}$			
		Chrysen, $C_{18}H_{12}$			
		Parachrysen, $C_{22}H_{14}$			

	Bunsen	Blochmann	Fischer I	Fischer II
Benzol, C_6H_6	1,33	0,66	0,69	0,59
Propylen, C_3H_6	1,21	0,72	0,37	0,64
Aethylen, C_2H_4	2,55	2,01	2,11	2,48
Methan, CH_4	34,02	35,28	37,55	38,75
Wasserstoff	46,20	52,75	46,27	47,60
Kohlenoxyd	8,88	4,00	11,19	7,42
Kohlensäure	3,01	1,40	0,81	0,48
Sauerstoff	0,65	—	Spur	0,02
Stickstoff	2,15	3,18	1,02	2,02

Der Brennwerth der Bestandtheile des Leuchtgases ergibt sich aus folgen[illegible] Zusammenstellung:

	Mol.-Gewicht	Wasser von 0° als Verbrennungsproduct		Wasserdampf von 20[illegible] Verbrennungsproduc[illegible]	
		1 Mol.	1 cbm [1])	1 Mol.	1 cbm
		hw	w	hw	w
Benzoldampf, C_6H_6 . . .	78	7870	35 290	7546	33 830
Propylen, C_3H_6	42	5000	22 420	4676	20 970
Aethylen, C_2H_4	28	3412	15 300	3196	14 330
Methan, CH_4	16	2135	9 574	1919	8 610
Wasserstoff, H_2	2	690	3 090	582	2 610
Kohlenoxyd, CO	28	682	3 058	682	3 058

Für 1 cbm Leuchtgas mittlerer Zusammensetzung ergibt sich darnach folge[illegible] Brennwerth berechnet auf Wasser von 0° und Wasserdampf von 20° als Verbrennu[illegible] producte:

	Zusammensetzung	Brennwerth Wasser	Brennwerth Dampf von 20°
Benzol	0,8	282 w	270 w
Propylen . . .	0,7	157	147
Aethylen . . .	2,3	351	330
Methan	36,0	3445	3100
Wasserstoff . . .	48,0	1483	1253
Kohlenoxyd . .	8,0	244	244
		5962 w	5344 w

Nun geben 100 k guter Gaskohlen (von je etwa 8000 w = 80 hw Brennwe[illegible] bei sorgfältigem Betriebe 29 bis 30 cbm Leuchtgas, 1 k Kohle also 0,3 cbm Gas, [illegible]sprechend rund 1600 w. Das bei der Entgasung der Steinkohlen gewonnene Leuch[illegible] entspricht also rund 20 Proc. des Gesammtbrennwerthes der Kohlen. Allerd[illegible] erhält man als Nebenproducte von 100 k Kohlen 50 bis 70 k Koks, wovon abe[illegible] nach Art der Feuerung noch 10 bis 20 k zum Heizen der Retorten erforderlich s[illegible] ferner Theer, Ammoniakwasser und Reinigungsmasse, deren Werth aber ungen[illegible] schwankend ist [2]). Können diese Stoffe gut verwerthet werden, so können sich [illegible] Kosten der Leuchtgasgewinnung ungemein niedrig stellen, wie nachfolgende Zusamm[illegible]

1) Der Brennwerth von 1 cbm Gas ergibt sich aus der Erwägung, dass das Mol.-Gew[illegible] in k = 22,3 cbm. Hierbei ist angenommen, dass das bei der Verbrennung gebildete Wa[illegible] sich auf 0° abkühle. Da aber bei allen Feuerungen das Wasser als Dampf entweicht, so i[illegible] vorzuziehen, die Brennwerthbestimmungen auf Wasserdampf von etwa 20° zu berechnen, [illegible] für je 1 k Wasser 600 w (= 6 hw) abzuziehen.

2) In Breslau z. B. schwankte in den letzten 10 Jahren der Preis für 100 k Theer zwis[illegible] 2, 3 und 6, 8 Mark, für 100 k Ammoniakwasser zwischen 0,36 bis 1,4 Mark.

ıgen aus den Berichten der Gaswerke der Stadt Köln für die Betriebsjahre vom ril 1882/83, 1886/87 und 1888/89 zeigen.

		1882/83	1886/87	1888/89
Gesammterzeugung an Gas . .	cbm	13 447 880	16 963 630	19 394 800
nutzbar	„	12 387 191	15 605 456	18 091 997
Gasverlust	„	1 058 489	1 357 374	1 302 803
Aus 1000 k westfälischer Kohle wurden erzeugt:				
Gas	cbm	298,48	295,88	296,74
nutzbares Gas	„	274,94	272,19	276,45
verkäuflicher Koks	k	601	620	571
Theer	„	49	45	44,5
Schwefelsaures Ammoniak . . .	„	9,4	10	9,3
Ausgaben:	Mark	640 516	985 126	—
(davon für Kohlen	„	430 440	575 551	641 042)
Einnahmen:				
Koks	Mark	255 387	294 340	349 701
Theer	„	119 773	31 988	69 639
Ammoniak	„	133 693	91 281	103 702
Ferrocyan	„	19 996	17 293	18 140

cbm Leuchtgas kostete daher auf der Fabrik (ohne Verzinsung, Rohrnetz u. dergl.) im 1882/83 nur 0,83 Pfg., dagegen 1886/87 über 3 Pfg. Dieses erklärt sich daraus, dass, d im Jahre 1882/83 die Einnahmen für die Nebenproducte die Kosten der Kohlen um fast Mark übertrafen, sie im Jahre 1886/87 um 170 000 Mark darunter blieben [1].

Die Preise der Nebenproducte würden voraussichtlich noch mehr heruntergehen, man das Leuchtgas nun auch allgemein als Heizgas und Kraftgas den, was übrigens schon deshalb sehr schwierig wäre, weil sich nur verhältniss- wenig Kohlen zur Herstellung von Leuchtgas eignen.

Generatorgas. Um den nach der Entgasung der Kohlen verbleibenden festen nstoff (Koks) zu vergasen, muss Sauerstoff zugeführt werden. Dieses kann hen durch freien Sauerstoff (atmosphärische Luft) oder durch gebundenen er, Kohlensäure). Hierbei kommen folgende Reactionen in Frage:

	Reaction	Wärme im Feuerraum	Brennwerth des erhaltenen Gases
1.	$C + O_2 = CO_2$		
	976 hw	976 hw	0
2.	$C + O = CO$		
	294	294 „	682 hw
3.	$C + CO_2 = 2\,CO$		
	— 976 + 588	— 388 „	1364 „
4.	$C + H_2O = CO + H_2$		
	— 582 + 294	— 288 „	1264 „ [2]
	— 690 + 294	— 396 „	1372 „ [3]
5.	$C + 2\,H_2O = CO_2 + 2\,H_2$		
	— 1164 + 976	— 188 „	1164 „ [2]
	— 1380 + 976	— 404 „	1380 „ [3]

Somit entsteht nur bei der Vergasung des Kohlenstoffes durch freien Sauerstoff e, bei Verwendung von gebundenem Sauerstoffe wird Wärme gebunden, von aussen zugeführt (bei der Vergasung in Retorten) oder in der Kohle

---

[1] Im Jahre 1881/82 war es sogar vortheilhaft, 20 077 cbm Leuchtgas unter den Retorten rennen und dafür entsprechend Koks zu verkaufen.

[2] Für Wasserdampf von 20°.

[3] Für flüssiges Wasser als verbr. Proc.

selbst durch Miteinführung von freiem Sauerstoffe (Luft) erzeugt werden n
Letzteres kann wieder getrennt oder gleichzeitig geschehen.

Bei Koksgeneratoren (S. 78) ist die Vergasung möglichst der ersten
chung entsprechend einzurichten, da die nach der zweiten entstehende Kohlensäu
keinen Brennwerth mehr hat. Die bei der Vergasung von 12 k Kohlenstoff gebil
28 k oder 22,3 cbm Kohlenoxyd haben somit einen Brennwerth von nur 682
statt 976 hw der ursprünglichen Kohle. Die 294 hw, welche im Generator entwi
sind, d. h. 30 Proc. des Gesammtbrennwerthes der Koks, werden ebenfalls verwe
wenn die Gase mit der vollen Temperatur in die Feuerung treten, wie dieses be
in die Retortenöfen hineingebauten Koksgeneratoren der Leuchtgasfabriken ja
der Fall ist. Sie sind aber vollständig verloren, wenn man das Gas auf die
temperatur abkühlen lässt, wie zweifellos erforderlich, wenn von einer allgemei
Einführung des Gases die Rede sein soll.

Auch die meisten der in der Industrie verwendeten Gasfeuerungen lassen
Theil dieser Wärme verloren gehen, da nur wenige Betriebe so wie die Leuch
herstellung den Gaserzeuger unmittelbar unter oder neben dem Verbrennungs
haben. Man gibt in sehr vielen Fällen, z. B. bei den für Glashütten, Eisenhütten
dergleichen verwendeten Siemens'schen Gasfeuerungen, einen Theil der Wärme
loren, um dafür einen einfachen Betrieb zu erhalten (vgl. S. 41).

Fig. 28.

Abgesehen von Leuch
fabriken verwendet man i
Regel für Gasfeuerungen
Koks, sondern Kohlen.
diesen werden die Kohlen
entgast, dann durch de
geführten Luftsauerstoff
gast, so dass man ein Ge
von Leuchtgas mit Koks
ratorgas erhält. Beim G
rator von Lürmann w
diese beiden Vorgänge
lichst getrennt gehalten.
Kohlen werden ununterbr
durch Maschinenkraft in
Retorte A (Fig. 28) einge
und in derselben vorgesch
Durch die Kanäle D entwe
die von der Feuerung abzi
den noch heissen Verbrenn
gase, um die zur theilw
Entgasung der Kohlen erf
liche Wärme zu liefern. Der gebildete Koks wird in dem Schachte B durch de
tretenden atmosphärischen Sauerstoff vergast, das gebildete Mischgas entweicht
die Oeffnung G.

Bei der Gasfeuerung von Boetius liegen, wie Längsschnitt und Querse
(Fig. 29 und 30) zeigen, unter dem Herde zwei Generatoren A. Dieselben w
durch geneigte Ebenen C, schräg liegende Roste D und nach oben sich vereng
Seitenwände N gebildet. Die bei B eingefüllten Kohlen entgasen, der Koks ve
auf dem Rost D, so dass die Gase bereits mit hoher Temperatur in den Flam
kanal K eintreten. Die durch die Seitenkanäle F zugeleitete atmosphärische

rmt sich an den Seitenwänden *N* des Generators und in den horizontalen Kanälen ritt aus einer Anzahl seitlicher Oeffnungen in den Gasstrom ein, die Flamme um-

Fig. 29.

Fig. 30.

die Häfen *G*, während die Rauchgase kleine Kamine *m* entweichen (vgl. J. 1883, — Eine grosse Verbreitung hatte der rator von F. Siemens. Die durch Schacht g. 31) eingeführten Kohlen rutschen allmäh- auf dem Roste *po* herunter, die gebildete cke wird unten entfernt, das Brenngas eicht durch Rohr *V* oder seitlich.

Fig. 31.

Gaserzeuger für Holz oder Kohle, welchem Fig. 32 und 33 (S. 40) Schnitte n, bewährt sich nach E. G. Odelstjerna 895).

Blezinger empfiehlt länglich viereckige chtgeneratoren mit Doppelrost (Fig. 34 35, S. 40); die Generatorgase entweichen ch, so dass die eingefüllten Kohlen langsam sen (J. 1892, 97).

Je nach Art der verwendeten Kohle und den Betriebsverhältnissen ist die Zu- mensetzung des Generatorgases verschieden. Ein Theil des Leucht- wird dabei zersetzt, indem Kohlen, bevor sie entgast sind, bereits von dem ührten Sauerstoffe getroffen und so das Gas theilweise verbrannt wird. Dadurch en die schweren Kohlenwasserstoffe, namentlich aber wird der Wasserstoff oxydirt. gebildete Wasser wird dann durch den glühenden Koks wieder mehr oder weniger ändig zerlegt. Wird ferner der Generator „heiss" geführt, was meist der Fall enn kein Wasserdampf unten eingeleitet wird, so treten auch die (S. 33) erwähnten tzungen ein, wodurch der Gehalt an schweren Kohlenwasserstoffen meist gering twa 0,2 Proc.).

Damit ist aber die Anzahl der möglichen Umsetzungen noch nicht beendigt. So wird rdampf von Kohlenstoff in der besprochenen Weise zerlegt. Nach Naumann und

Pistor wird Holzkohle von trockenem Kohlendioxyd erst bei 530 bis 560° theilweise in Ko
oxyd übergeführt. Trockenes Kohlendioxyd wird durch Wasserstoff selbst beim Erhitzen
900° nicht zu Kohlenoxyd reducirt. (Vgl. J. 1888, 123.) Die Einwirkung von Kohlenoxy

Fig. 32.

Fig. 33.

Fig. 34.

Fig. 35.

Wasser beginnt bei etwa
unter Bildung von Kohlen
und Wasserstoff. Werden
gegen Gemische von Wa
stoff und Kohlenoxyd mi
zureichenden Mengen Saue
erhitzt, so verbrennt nach
suchen von R. Bunsen
wesentlich mehr Wassersto
Kohlenoxyd, so dass die
wandtschaft des Sauers
zum Wasserstoffe grösser
als zum Kohlenoxyd. Die
gänge im Generator sind d
sehr verwickelter Natur
erst zum Theil bekannt, so
man sich vorläufig dami
gnügen muss, die Endpro
festzustellen.

Die Gase aus dem Sammelkanale von 8 Siemens'schen Generatoren in Essen h
nach Versuchen des Verf. z. B. folgende Zusammensetzung:

	I	II	III	IV	V	Mittel	
Kohlensäure	6,99	5,50	5,89	3,96	4,04	5,3	
Kohlenoxyd	22,84	26,01	22,61	24,02	23,01	23,7	30,9
Methan	2,99	2,46	1,39	1,63	0,92	1,9	
Wasserstoff	10,30	8,02	5,50	4,83	3,92	6,5	
Stickstoff	56,88	58,01	64,61	65,56	68,11	62,6	

1 k Kohle gab 4,52 cbm Generatorgas; 1 cbm desselben hatte einen Brennwerth
1058 w, somit die 4,52 cbm 4760 w, während die verwendete Kohle einen Brennwerth von
(Wasserdampf von 20°) hatte. Das Gas, auf Lufttemperatur abgekühlt, enthielt daher
60 Proc. des Brennwerthes der Kohle, die übrige Wärme war zur Erhitzung des Gases verwe
Thatsächlich ergab die Temperaturbestimmung (mit Platincylinder, S. 5) der aus den Ge

ı in die Hauptgasleitung tretenden Gase 690°, am Ende der Leitung unmittelbar vor den /eissöfen aber (mit Quecksilberthermometer) nur 101°.

Man gibt also hier nicht nur die bedeutenden Wärmemengen verloren, welche die iegenden Generatoren durch Leitung und Strahlung abgeben, sondern auch noch . 850 w für je 1 k Kohle, welche die lange Leitung abgibt, während nur fast 140 w der Eigenwärme des Gases der Feuerung zugeführt werden; zusammen also 4900 w. er freiwillige Verlust wird da durch die Vereinfachung und Gleichmässigkeit Betriebes ausgeglichen, wo die Kohlen nicht theuer sind.

Pulverförmige Brennstoffe lässt Perret in derselben Weise, wie bei bekannten Kiesöfen, über Platten der Zugrichtung entgegenführen. Hier sind die ten jedoch mit gegen einander etzten Löchern a (Fig. 36) ver-ı, so dass der pulverförmige nstoff kegelförmige Haufen bildet, chen denen die Luft hinzieht. Gaserzeuger von Dinz für erförmige Brennstoffe (Fig. 37) eachtenswerth. Aehnlich ist der Dubbs, während Blezinger . drehbaren Gaserzeuger vor-gt (J. 1892, 97).

Fig. 36.

Fig. 37.

Die Vergasung des Koh-stoffes durch Kohlensäure $CO_2 = 2CO = -$ 388 hw kommt als Nebenreaction in Frage, um die im rator gebildete Kohlensäure wieder in Kohlenoxyd überzuführen.

Fr. Siemens will die Kohlensäure der Verbrennungsgase in dieser Richtung erthen. Wenn also bei der bisherigen Siemens-Feuerung die Verbrennungsgase ı zwei Wärmespeicher abgeführt werden, während in den beiden anderen durch in der Steinfüllung aufgespeicherte Wärme Generatorgas und Luft vorgewärmt en, entweicht bei der neuen Einrichtung etwa die Hälfte der Verbrennungsgase ı den Wärmespeicher für Luft, die andere Hälfte wird in den Generator geblasen. ine derartige Anlage ist in den Pather Iron and Steel Comp. Werken in Wishaw iniger Zeit im Betriebe. Die aus dem mit Füllvorrichtung F (Fig. 38 bis 41, S. 42) henen Generatoren B entwickelten Gase entweichen bei C, gehen durch die offene pe D' in den Raum G_1, treffen bei hg' mit der im Wärmespeicher A' erwärmten, . Kanal K' und Oeffnung H' zutretenden Luft zusammen, die Flamme durchzieht Schmelzofen E, die Verbrennungsgase entweichen bei hg theils bei H durch Kanal d Wärmespeicher A, theils werden sie vom Raume G aus durch das Strahlgebläse L unter den Rost N des Generators geblasen, dessen Aschenfallthür Q geschlossen Nach einiger Zeit wird bei J und D umgesteuert und die Gase nehmen den um-ırten Weg.

Die über eine derartige Anlage von Head und Pouff gemachten Angaben sind reffend (J. 1890, 190; 1893, 113). Zuverlässige Angaben über andere derartige gen liegen nicht vor, so dass die in Prospecten u. dgl. gemachte Behauptung, durch Regeneration von Kohlenoxyd würden gewaltige Mengen Brennstoff gespart, elhaft ist.

Die zur Vergasung von 12 k Kohlenstoff durch Kohlensäure erforderlichen 388 hw n durch Eigenwärme der Verbrennungsgase zugeführt werden. Bei Verwendung Verbrennungsgasen, welche aus 20 Proc. Kohlensäure und 80 Proc. Stickstoff ıen, würden für 12 k Kohlenstoff 111,5 cbm Verbrennungsgase (22,3 cbm Kohlen-

säure und 89,2 cbm Stickstoff) erforderlich sein, und 133,8 cbm Generatorgase (44,6 Kohlenoxyd und 89,2 cbm Stickstoff) entstehen, bestehend aus

Kohlenoxyd	33,3 Proc.
Stickstoff	66,7 „

1 cbm dieses Gases hätte einen Brennwerth von 1018 w, ist also nicht besser, al mit Wasserdampf erzeugtes Generatorgas. Wird die specifische Wärme obiger

Fig. 38. Fig. 39.

Fig. 40. Fig. 41.

brennungsgase auch zu 0,36 angenommen, so müssten doch zur Durchführung Reaction noch

$$38\,800 : (111{,}5 \,.\, 0{,}36) = 970$$

die Gase 970° heisser eintreten, als die Reaction erfordert. Die Reaction erfo aber 800 bis 1000°, die Gase müssten also mit über Platinschmelzhitze in Generator eingeführt werden, was doch ausgeschlossen ist. Ohne gleichze Zufuhr von freiem Sauerstoff ist daher diese Reaction unmöglich. Ob das Verfa überhaupt vortheilhaft ist, muss erst noch bewiesen werden. Die überschü Wärme der abziehenden Gase wird auf andere Weise wohl besser ausgenützt we können.

Bei der Vergasung des Kohlenstoffes durch Wasserdampf fast genau dieselben Wärmemengen erforderlich, ob $CO + H_2$ oder $CO_2 + 2H_2$ erz wird. Selbstverständlich haben die betreffenden Gasgemische auch fast dense Brennwerth, bezogen auf flüssiges Wasser. Das Gas nach Gleichung

$$(4)\ C + H_2O = CO + H_2 = -\ 396\ \text{hw}$$

hat einen Brennwerth (für 12 k Kohlenstoff = 44,6 cbm Gas) von 1372 hw, das

$$(5)\ C + 2H_2O = CO_2 + 2H_2 = -\ 404\ \text{hw}$$

solchen von 1380 hw. Das erste Gas besteht aus 50 Proc. Kohlenoxyd und
oc. Wasserstoff, das zweite aus 33,3 Proc. Kohlensäure und 66,7 Proc. Wasser-
Bei der Verbrennung erhält man aber

$$O + H_2 + O_2 = CO_2 + H_2O \text{ und } CO_2 + 2H_2 + O_2 = CO_2 + 2H_2O,$$

von letzterem Gase doppelt so viel Wasser, welches dampfförmig mit den Ver-
ngsgasen entweicht und daher erhebliche Wärmeverluste bedingt.

Nach Gleichung 4. (S. 37) erfordert die Zersetzung von 18 k Wasserdampf von
38 hw. Dieser Umstand kommt bei jedem Generator in Frage, da die ein-
te atmosphärische Luft stets Wasserdampf enthält. Man hatte nun schon lange
htet, dass durch Einlassen von Wasser in den Aschenfall, namentlich bei
generatoren, Roste und Mauerwerk des Generators geschont werden, oft
die Entfernung der Schlacke erleichtert wird. Infolge dessen wird unter den
der Generatoren sehr oft Wasser oder Wasserdampf geführt. Ist der Generator
elbar in den Retortenofen eingebaut, so ist mit dieser Wasserzuführung zweifellos
ärmeverlust verbunden, der um so grösser ist, mit je höherer Temperatur die
ennungsgase entweichen. Je 18 k Wasser, welche im Generator zersetzt werden,
nen ihm nach Gleichung 4. 396 hw, welche der entstehende Wasserstoff allerdings
Verbrennen wieder mehr entwickelt; das zurückgebildete Wasser entführt aber
mpf von 1000° rund 200 hw, bei Anwendung von Wärmespeichern (Regenera-
mit 500° immer noch rund 150 hw. Ob dieser Verlust durch die erwähnten
eile ausgeglichen wird, hängt von örtlichen Verhältnissen ab; im allgemeinen
s nicht der Fall sein. Wird dagegen der eingeführte Wasserdampf durch die
verloren gehende Wärme der abziehenden Verbrennungsgase erzeugt, so wird
Wärmeverlust um 110 bis 120 hw geringer; ganz würde er nur dann ver-
den, wenn der kostenlos erzeugte Wasserdampf mit derselben Temperatur in den
ator eingeführt würde, mit welcher die Verbrennungsgase die Anlage verlassen.

o hatten z. B. nach früheren Versuchen des Verf. die Gase aus einem Klönne'schen
tor ohne (I) und dann mit (II) Einführung von Wasserdampf im Mittel folgende Zu-
nsetzung:

	I	II
Kohlensäure	2,0	6,9
Kohlenoxyd	29,4	26,0
Methan	Spur	0,4
Wasserstoff	1,9	14,0
Stickstoff	66,7	52,8

k Koks mit 92,7 Proc. Kohlenstoff gab im ersten Falle 5,47 cbm Gas mit einem Brenn-
von 5205 w = 69 Proc., im zweiten 5,15 cbm mit 6150 w = 82 Proc. Die Wärme,
letzteres Gas bei der Verbrennung mehr liefert, ist aber im Generator durch die Zer-
des Wassers gebunden, so dass die Temperatur der Gase beim Eintritt in den unmittelbar
m Generator liegenden Retortenofen entsprechend weniger heiss ist. Da aber die Gase
° in den Schornstein gingen, so betrug der Wärmeverlust für je 1 k Koks durch den
dampf etwa 150 w mehr als beim ersten Generator.

ünstiger stellt sich die Einführung von Wasserdampf, wenn der Generator von
rwendungsstelle entfernt liegt, so dass ein mehr oder weniger grosser Theil
genwärme des erzeugten Gases an die Umgebung verloren geht. Wird das Gas
r Verwendung auf Lufttemperatur abgekühlt, so erscheint dieser sein höherer
verth zunächst als unmittelbarer Gewinn, welcher aber um so geringer wird, mit
erer Temperatur die Verbrennungsgase entweichen und je geringer die Abküh-
les Generatorgases ist. Die Einführung von Wasserdampf in die
ratoren ist somit keineswegs allgemein zu empfehlen, da sie in den meisten
mit Wärmeverlust verbunden ist; ob dieser durch die sonstigen Bequemlich-
ausgeglichen wird, hängt, wie gesagt, von örtlichen Verhältnissen ab.

Mischgas [1]. Es hat nicht an Versuchen gefehlt, derartige w a s s e r s t o f f r e Generatorgase allgemeiner als Heiz- und Kraftgas zu verwenden. Neuen ist dieser Gedanke von D o w s o n praktisch verwirklicht. Der Apparat wird kaum noch so gebaut, wie die Patentschrift angibt (J. 1887, 189). Die vo Deutzer Gasmotorenfabrik gebaute Abänderung desselben besteht aus einem kl Dampfkessel, einem Gaserzeuger *c* (Fig. 42) mit Vorlage, einem oder meh Scrubbern *d* und einem Gasbehälter. Der kleine Dampfkessel mit sehr geri Wasserraum hat eine senkrechte F büchse, welche mit einem Deck schlossen ist. In der Feuerbüch oberhalb des Feuers ein spiralf gebogenes schmiedeisernes Roh festigt, welches der Dampf auf se Wege aus dem Kessel nach Injector *b* durchströmt, um überhitzt zu werden. Der über Wasserdampf bläst durch das S gebläse *b* Luft in den unter dem des Generators befindlichen As fall *k*. Letzterer ist durch die nigungsthür *s* während des Betr luftdicht verschlossen. Ueber Rost schliesst sich der mit feuerf Steinen ausgefütterte Schacht *m* Generators an, welcher mit gl dem Brennstoff gefüllt ist. Der trichter *l* ist während des Betr durch einen Kegel verschlossen mittels Hebel und Gegengewicht dicht gegen den Rand des Tric rohres gedrückt wird. In den dem Kegel befindlichen Raum *l* des Trichters wird der Brennstoff eingefüllt, w derselbe durch einen Deckel dicht verschlossen wird. Lässt man durch Anh des Gegengewichtes *v* den Kegel nach abwärts sinken, so fällt der im Tri befindliche Brennstoff in den Generatorschacht, der hierauf durch den Kegel w verschlossen wird. Durch diese Art der Beschickung wird der Austritt des Gase dem Generator verhindert. — Der beim Anheizen des Apparates entwickelte R sowie das bei Beginn des Anblasens erzeugte minderwerthige Gas werden durch Rohr *p* abgeführt. Letzteres wird durch den Hahn *n* abgesperrt, wenn das Gas d die Vorlage nach dem Scrubber und Gasbehälter gehen soll. Das im Gene erzeugte Gas tritt durch das Rohr *f* in die Vorlage *g*. Die Tauchung des erster das in der Vorlage befindliche Wasser verhindert das Zurücktreten von Gas aus Gasbehälter in den Generator, wenn in letzterem die Gaserzeugung unterbroche Aus der Vorlage *g* wird das Gas durch das Rohr *h* dem Scrubber *d* zugeführt

Fig. 42.

---

1) Die zunehmende Bedeutung wasserstoffreicher Generatorgase als K r a f t g a s mach kurze Bezeichnung derselben wünschenswerth, welche sie von dem, mit der ursprüngl Temperatur verwendeten Koksgeneratorgas der Gasanstalten und dem Wassergas untersch Da man durch Mischen von Wassergas (S. 48) und dem beim sogen. Heissblasen erhal Generatorgas ein Gemenge gleicher Zusammensetzung erhält, so ist die Bezeichnung M i s c passend.

risches Gefäss aus Eisenblech, dessen Koksfüllung durch die Rohrleitung u fort- nd mit Wasser berieselt, welches durch das Rohr t zugeführt wird. Das Wasser, es sich im unteren Theil des Scrubbers sammelt, gelangt durch ein besonderes n die Vorlage, aus welcher es durch einen Ueberlauf austritt. Der im Scrubber liche Koks wird, nachdem er zum Reinigen nicht mehr benutzt werden kann, zur ng des kleinen Dampfkessels oder anderweitig verbraucht. Ist der Gasbehälter as angefüllt, so wird der Dampfhahn i, welcher durch eine Kette mit der Gas- erglocke in Verbindung steht, selbstthätig geschlossen. Hierdurch wird der in schenfall k des Generators eintretende Gebläseluftstrom nahezu abgesperrt und serzeugung so lange vermindert, bis durch ein Sinken der Gasbehälterglocke der fhahn i sich wieder öffnet.

n zwei verschiedenen Tagen zwei Apparaten einer Hannoverschen Fabrik vom Verf.[1] mene Proben ergaben im Durchschnitt:

Kohlensäure	7,2	Proc.
Kohlenoxyd	26,8	„
Methan	0,6	„
Wasserstoff	18,4	„
Stickstoff	47,0	„

k des verwendeten Anthracits gibt rund 4,8 cbm Gas, 1 cbm Gas hat einen Brennwerth 45 w, die 4,8 cbm somit 6456 w. Die Gase verliessen den Generator mit 495°, entführten wenn das Dampfluftgemisch 95° hatte, 6 hw. Bei rund 78 hw Brennwerth des Anthracits sich somit folgende Wärmeausnutzung:

Gas, Brennwerth	6456 w	82,8 Proc.
Gas, Eigenwärme	600 „	7,7 „
Verlust durch Leitung und Strahlung	744 „	9,5 „

ie 9,5 Proc. Verlust durch Leitung und Strahlung lassen sich vermindern, wenn der antel des Generators mit Wärmeschutzmittel bekleidet und die Decke nicht, wie es jetzt ht, mit Wasser bedeckt wird. Ein Theil dieser Wärme wird dann zur weiteren Zer- von Wasserdampf bez. Kohlensäure verwendet werden, ein anderer Theil, besonders der das Wasser übergehende, aber zur Erhöhung der Eigenwärme des Gases dienen. Diese ärme des Gases könnte aber durch einfache Vorrichtungen zur Vorwärmung des Dampf- isches verwerthet werden.

[ischgaserzeuger von J. W. Taylor besteht aus einem cylindrischen t aus Eisenblech, ist mit Glocken-Aufgebevorrichtung A (Fig. 43, S. 46), feuerfester terung M und durch Thüren D geschlossenem Aschenfall versehen; in denselben urch ein Dampfstrahlgebläse I Wind eingeführt. Dieser tritt durch das Central- ein, welches als Drehzapfen für die ringförmige, von aussen mittels der Kurbel E ren Platte G dient. Die Verbrennungszone beginnt 0,10 m über dem Wind- skegel; sobald dieselbe steigt, was man durch die Schaulöcher B erkennt, wird der ganzen Brennmaterialmasse auf die richtige Höhe zurückgebracht, indem ohne den Wind abzustellen, die Platte G dreht. Der Apparat bewährt sich 94, 89).

eim Mischgasapparat von Matter & Cp. in Rouen besteht der Gas- er A (Fig. 44, S. 46) aus einem mit feuerfestem Material K ausgefütterten Blech- r; zwischen letzterem und den Steinen K befindet sich noch eine Isolirschicht L nd. Der von den Roststäben C getragene Brennstoff wird durch den Fülltrichter ingeführt. Ein zweiter schräg gestellter Rost aus wenigen grösseren Platten D lert das Hineinfallen der Kohle in den Aschenfall und zertheilt den der len Kohlenschicht zugeführten Luftstrom. Durch einen bei W angedeuteten tropft ein dünner Wasserstrahl in den Trog E, wo er sich erwärmt und in

---

J. 1889, 391; 1891, 84; 1893, 108; 1894, 81.

Tropfen in den Aschenfall hinabträufelt. Mit Vortheil wird dazu das vom Kühlma
des Gasmotors abfliessende, schon vorgewärmte Wasser benutzt. Ein Theil des Was
verdampft im Aschenkasten und gelangt in Dampfform in die glühende Brenns

Fig. 43.

Fig. 44.

schicht, während der Uebersc des Wassers bei J abfliesst, um si zu sein, dass immer hinreic Wasser vorhanden ist. Bei H ein von einem kleinen Gebläse geblasener Luftstrom unter den und führt den Wasserdampf Das Gas tritt durch S in Scrubber B unter Ueberwindung geringen Widerstandes im Wa verschluss T, durch welchen Zurücktreten nach dem Gene verhindert wird. Beim Du streichen der auf den Rosten ruhenden Koksschicht bleiben Staubtheilchen zurück und das kühlt sich an dem durch den Sy Z in Regenform einströme Wasser ab; das Kühlwasser f bei U ab und das Gas gelangt dur in den Gasometer und zur Masc Durch das Mannloch X kann
2 bis 3 Monate die Koksfüllung herausgenommen werden, welche dann im Gene verbrannt wird. Der Gasometer wird immer voll gehalten und gestattet jederzeit Beginn des Betriebes; dadurch kommt das Gebläse in Gang und bringt den Gene in kurzer Zeit auf die normale Betriebstemperatur. Gerade wie beim Mischgasapp ein selbstthätiges Abstellen des Injectors erfolgt, wenn die Gasometerglocke i höchsten Stand erreicht hat, so öffnet sich hier ein Ventil J auf der Luftleitung se

indem es mit der Gasometerglocke durch einen Drahtzug in Verbindung steht; ft entweicht dann ins Freie und die Gaserzeugung hört ganz oder theilweise auf. illung des Generators erfolgt alle 5 bis 6 Stunden; alle 24 Stunden wird durch *F* che herausgenommen und das Feuer zwischen den Stäben *D* gestochert. Beim len des Motors öffnet man das Luftventil *J* bis zu einem bestimmten Hub und den Schieber *P* etwas. Dadurch entsteht während des Stillstandes ein leichter g durch den Generator, so dass man im Nothfall 1 oder 2 Tage lang das Feuer nz geringem Aufwand brennend halten kann. Der Apparat wird empfohlen 95, 90).

eim Mischgasverfahren sollte die Reaction $C + O_2 = CO_2$ nicht vorn. Bei der Zersetzung von Wasserdampf mit Kohle ergibt sich nach S. 37:

		Wärmeentwicklung im Gaserzeuger	Brennwerth des Gases
(4)	$C + H_2O = CO + H_2$	288 hw	1264 hw
(5)	$C + 2H_2O = CO_2 + 2H_2$ . . .	188 „	1164 „

a in Gaserzeugern von der Reaction

(4)	$C + = CO$	294 „	682 „

00 hw nutzbar gemacht werden, so erfordert Reaction 4 dreimal Reaction 2, n 5 nur zweimal, somit

$$(6)\ 4C + 3O + H_2O = 4CO + H_2$$

$$(7)\ 3C + O_2 + 2H_2O = CO_2 + 2CO + 2H_2.$$

h ergeben sich für 48 bezw. 36 k Kohlenstoff:

	Menge in cbm (6)	Menge in cbm (7)	Proc. Zusammensetzung (6)	Proc. Zusammensetzung (7)
CO_2	—	22,3	—	11,4
CO	89,2	44,6	37,6	22,8
H	22,3	44,6	9,4	22,8
N	125,8	83,9	53,0	43,0
	237,3	195,4	100,0	100,0

önnte im Gaserzeuger fast sämmtliche Wärme (durch Vorwärmung von Luft und nutzbar gemacht werden, so könnte für zweimal Reaction 2, zweimal Reaction 4 imal Reaction 5 erreicht werden:

$$(8)\ 4C + O_2 + 2H_2O = 4CO + 2H_2$$

$$(9)\ 5C + O_2 + 6H_2O = 3CO_2 + 2CO + 6H_2$$

ı ergeben sich für 48 bezw. 60 k Kohlenstoff:

	Menge in cbm (8)	Menge in cbm (9)	Proc. Zusammensetzung (8)	Proc. Zusammensetzung (9)
CO_2	—	66,9	—	20,3
CO	89,2	44,6	41,1	13,6
H	44,6	133,8	20,4	40,7
N	83,5	83,5	38,5	25,4
	217,3	328,8	100,0	100,0

so Gase von hohem Brennwerth; es ist daher eine möglichst gute Vorwärmung wendeten Dampfluftgemisches anzustreben. Da überschüssig zugeführter ampf die Temperatur heruntersetzt, so soll dieser möglichst vermieden werden. eichung (8) kommen auf 44,6 cbm Sauerstoff oder 128 cbm Luft 36 k Wasser-

r kleinere Anlagen ist die Reinigung eines Gases von theerigen Stoffen sehr dass diese meist Anthracit oder Koks vorziehen. Für grössere Anlagen würde heidung des Theeres verhältnissmässig einfacher sein, so dass diese in vielen

Fällen Steinkohlen, selbst Gaskohlen verwenden könnten. Das Gas würde wesentlich mehr Methan und auch etwa 0,5 Proc. schwere Kohlenwasserstoffe halten, somit werthvoller sein. Auch andere Rohstoffe, wie Braunkohle und könnten dann ins Auge gefasst werden, umsomehr da Braunkohlenkoks viel lei Wasserdampf und Kohlensäure reducirt als Anthracit. Da diese Stoffe bei der gasung Kohlensäure, Wasserdampf und Theer geben, so wäre es für den Grossb unter Umständen vortheilhaft, mit der durch das gebildete Gas auf etwa 400° gewärmten Luft nach jeder Beschickung von oben nach unten zu blasen oder Generatoren zu verbinden, um reiche Gase zu erzielen. Die wichtigste Verwen für Mischgas ist die für Gaskraftmaschinen.

Auf das Verfahren von Mond, das Ammoniak des Mischgases zu gewi sei verwiesen (J. 1889, 106; 1890, 496).

Wassergas. Dass Wasserdampf über glühende Kohlen geleitet Wasse nebst Kohlensäure und Kohlenoxyd bildet, ist schon lange bekannt. Dementspre wurde wiederholt versucht, Holzkohlen, Koks oder Anthracit in liegenden stehenden Retorten zu erhitzen und dann Wasserdampf einzuleiten. Es wurde d gestrebt, dass neben Wasserstoff wesentlich Kohlensäure entstand, welche man Kalkmilch oder Natronlauge entfernte. Das Gas wurde z. B. in Narbonne zu leuchtung verwendet. Das Verfahren ist überall als unvortheilhaft aufgegeben.

Um das Wassergasverfahren lebensfähig zu machen, mussten die von a erhitzten Retorten durch Schachtöfen ersetzt werden, in welche man abw selnd Luft und Wasserdampf einblies. Dahin gehören die Vorrichtungen Lowe[1]), Strong, Dwight u. A. Für deutsche Verhältnisse brauchbar wurd Verfahren aber erst durch die auf den Werken von Schulz, Knaudt & C Essen gemachten Fortschritte (J. 1887, 172).

Bei der in Essen und in Witkowitz angewendeten Vorrichtung tritt der Schieberventil *V* (Fig. 45 bis 47) regelbare Dampf bei *D* in den mit Koks gef Generator; das gebildete Wassergas wird unten abgeleitet. Der wassergek Schieber *S* sperrt den Windkanal ab, sobald der Gaskanal offen ist, und umge Ebenso wird die in der Windleitung unterhalb der Windeinströmung *W* einge Drosselklappe *d* geschlossen, sobald der Schieber den Gaskanal öffnet. Somit der Wind doppelt abgesperrt, um Explosionen zu verhüten. Werden die Sch flächen undicht, so pufft die geringe Menge Knallgas bei den Oeffnungen *a* h In Witkowitz ist nach Langer während des Warmblasens der Obertheil des w gekühlten Schiebers so gestellt, dass der Windkanal mit dem Generator verbund die Drosselklappe *d* ist offen, ebenso das Generatorgasventil *G*; geschlossen is Gasausströmkanal *g* zum Scrubber und das Schieberventil *V*. Während des Gasma sind geschlossen *G* und *d*; der Obertheil des wassergekühlten Schiebers schlies Windkanal und stellt die Verbindung vom Generator zum Scrubber her; *V* ist ge Die Verbindung zwischen Gasometer und Generator ist sodann nur durch den W verschluss *w* im Scrubber, welcher 100 mm beträgt, gestört. Auf den Schie sind zwei Ständer *t* aufgeschraubt, in welchen eine Welle $\mathfrak{W}_1$ gelagert ist. Welle steht mit der Steuerwelle $\mathfrak{W}_2$ in Verbindung. Die auf $\mathfrak{W}_1$ befindlichen bewegen den Obertheil von *S*, besorgen das Oeffnen und Schliessen von *d* un Schiebers in *V*. Ein auf $\mathfrak{W}_2$ aufgekeilter Hebel besorgt das Oeffnen und Schl des Generatorgasventiles, $\mathfrak{W}_2$ wird durch das Handrad *H* gedreht. Die Anordnu

1) D. R. P. Nr. 3515; das Verfahren wird in zahlreichen Städten Nordamerikas th lich angewendet. (Vgl. Leuchtgas.)

getroffen, dass durch die Drehung von H nach einer Seite der Obertheil von S den
ıdkanal schliesst, den Gaskanal öffnet. Gleichzeitig wird d und G geschlossen, der
ieber von V geöffnet. Durch Drehung nach der anderen Seite wird der Obertheil

Fig. 45. Fig. 46.

S den Gaskanal schliessen, den Windkanal öffnen, gleichzeitig wird d und G
fnet und der Schieber von V geschlossen. Der Arbeiter hat somit nur das Rad H
prechend zu drehen, um den Apparat entweder auf „Gasmachen“ oder „Warm-
en“ zu stellen. Durch Unvorsichtigkeit des Arbeiters kann somit kein Unglück

geschehen. Der Fülltrichter E ist so eingerichtet, dass, wenn e_1 geöffnet ist, e_2 zub… wird e_1 geschlossen, so kann e_2 geöffnet werden. Es tritt also bei jedesmaligem… leeren des Fülltrichters nur so viel Generatorga… Freie, als die Füllbirne fasst. In Witkowitz sind … Generatoren von je 10 cbm im Betriebe. Es wir… wechselnd 5 Minuten lang Dampf eingeblasen … gemacht) und 10 Minuten lang warm geblasen, … Luft eingetrieben. Das beim Warmblasen erha… Generatorgas (Siemensgas) wird unter vier Da… kesseln verbrannt, das Wassergas namentlich zur Bel… tung und für Gaskraftmaschinen verwendet (J. 188…

Fig. 47.

Ansicht der Steuerung zum Generator.

Die aus einem solchen Generator nebst Scrubbe… stehende Anlage in Essen hat Verf. wiederholt beoba… Es wird hier jedesmal 4 Minuten lang Wassergas gemach… 11 Minuten Generatorgas. Am 21. Juli 1887 wurden… 9 Uhr 10 Minuten bis 12 Uhr, dann von 2 Uhr 21 Mi… bis 6 Uhr 11 Minuten zusammen 3690 cbm Wassergas [1] … gestellt und dazu 3256 k Koks gebraucht. Letztere… stand aus:

Kohlenstoff	84,8
Wasserstoff	0,5
Stickstoff, Sauerstoff	2,1
Asche	10,6
Wasser	2,0

Die Generatorgase hatten im Mittel von je 2… lysen folgende Zusammensetzung:

	Nach 1	6	10 Min…
Kohlensäure	7,04	4,03	1,60
Kohlenoxyd	23,68	28,44	32,21
Methan	0,44	0,39	0,18
Wasserstoff	2,95	2,20	2,11
Stickstoff	65,89	64,94	63,90

Am Generator selbst ausgeführte Kohlensäurebestimmungen ergaben 1,5 bis 7,2 Proc.… Gase würden weniger Kohlensäure enthalten, wenn nicht so stark geblasen würde. 1 cbm … Gase hat somit im Mittel einen Brennwerth von 950 w und enthält 0,718 k Kohlenstoff. … Temperatur der Gase stieg bis 505°. — Nach 1, 2,5 und 4 Minuten „Gasmachen“ hatt… Wassergas im Mittel von drei Versuchsreihen folgende Zusammensetzung:

	Nach 1	2,5	4 Min.
Kohlensäure	1,8	3,0	5,6
Kohlenoxyd	45,2	44,6	40,9
Methan	1,1	0,4	0,2
Wasserstoff	44,8	48,9	51,4
Stickstoff	7,1	3,1	1,9

Gasproben aus dem Gasometer (I, II) und Reiniger (III) enthielten:

	I	II	III	Mittel	Brennwerth
Kohlensäure	2,71	3,88	3,41	3,3	0 w
Kohlenoxyd	43,95	44,05	43,01	44,0	1345
Methan	0,31	0,41	0,36	0,4	35
Wasserstoff	48,97	47,80	48,92	48,6	1274
Stickstoff	4,06	3,86	4,30	3,7	0
					2654

1) Diese Messungen wurden unmittelbar am Gasometer ausgeführt, sind daher ganz genau.

1 k Koks lieferte 1,13 cbm Wassergas, entsprechend 2970 w. Dieselben enthielten × 0,477 × 0,5395 = 0,291 k Kohlenstoff. Die übrigen 0,557 k Kohlenstoff lieferten cbm Generatorgas. Von den 7000 w des Koks finden sich somit im

Wassergas	2970 w =	42 Proc.[1])
Generatorgas	2970 „ =	42 „

An Kühlwasser wurden stündlich gebraucht für

	Liter	Temperatur
Ringdüse	4500	70,5°
Schieber	420	82
Scrubber	2700	71

Das Kühlwasser nimmt somit stündlich rund 3800 hw auf, oder für je 1 k vergasten Koks 8 hw. Da diese Wärme theilweise dem glühenden Koks entzogen wird, so ist es unter änden vortheilhaft, den Kühlring fortzulassen, so dass die Schlacke flüssig entfernt wird; ings leidet dann die Ausmauerung des Schachtes, was jetzt fast gar nicht der Fall ist. r ist beachtenswerth, dass jetzt gegen Ende des „Gasmachens" überschüssiger Wasserf hindurchgeht, der jedenfalls einen Wärmeverlust bedingt. Es dürfte sich daher empfehlen, rechend der Temperaturabnahme die Dampfzuführung zu verringern. — Wird das Generatorırch Staubsammler und dann auf grössere Entfernung geleitet, wie früher in Hörde, so geht igenwärme des Gases allerdings verloren, während in Witkowitz und Essen ein Theil igenwärme bis zu den Dampfkesseln geführt wird. Wo der Preis der Brennstoffe nicht ıoch ist, empfiehlt sich der Vereinfachung und Sicherheit des Betriebes wegen das erste hren.

Vortheilhaft wird das Wassergas zur Beleuchtung mittels der Magnesiakämme von ıehjelm (vgl. Beleuchtung) verwendet[2]). 180 l Wassergas geben, wie sich Verf. selbst eugte, mit einem neuen Kamme 22 bis 24 Kerzen, nach 60 Stunden noch etwa 16 Kerzen. Stundenkerzen erfordern somit 0,8 bis 1 cbm Gas; 1 Kamm kostet 15 Pfg. Da nun in ı 1 cbm Wassergas etwa 1 Pfg. kostet, so stellen sich 100 Kerzenstunden auf nur 1,5 bis ., also viel geringer, als die sonst üblichen Preise. Neuere Versuche ergaben für Kerzenstunden 2,8 Pfg. (J. 1893, 123). Reines Wassergas eignet sich sehr vortheilhaft für chtung mit Glühstrümpfen (s. Beleuchtung). Bei Mitverzinsung eines verzweigten Rohrs u. s. w. würde sich der Preis des Wassergases natürlich höher stellen, in sehr vielen ı aber erheblich billiger als Leuchtgas, ja billiger als Erdöl. — Das Wassergas wird sen zum Schweissen der Wellrohre verwendet, von Pintsch zum Schweissen und Löthen 'askessel, Schmelzen von Bronze u. dgl. (J. 1893, 122), in Witkowitz zum Betrieb von kraftmaschinen (J. 1890, 187), für welche aber Mischgas vorzuziehen ist.

Anlagekosten und Preis von 1 cbm Wassergas für Beleuchtung, Heizung u. s. w. gen bei 20 Stunden täglicher Betriebszeit nach Blas (J. 1890, 188):

e der Apparate. Production für die Stunde . . cbm	1 000	500	150
ekosten in Mark	100 600	53 200	26 900
tisation und Verzinsung 9 Proc. für 1 cbm in . . Pfg.	0,15	0,16	0,265
ımaterial 1 k für 1 cbm und 8 Mark für die Tonne . .	0,80	0,80	0,80
gung des Gases mit Lux-Masse . . . . Pfg.	0,03	0,03	0,03
er für Kühlung und und für die Dampfkessel . . Pfg.	0,08	0,08	0,08
tslohn . . . . Pfg.	0,12	0,20	0,40
von 1 cbm für Heizzwecke u. s. w. . . . . . . Pfg.	1,18	1,27	1,575
Leuchtzwecke kommt hinzu: pro Kamm 10 Pfg. bei 80 Stunden Brenndauer = 0,125 Pfg. für die Brennstunde ınd 5 Brennstunden auf 1 cbm = 0,625 Pfg. für 1 cbm .	0,625	0,625	0,625
von 1 cbm für Beleuchtung u. s. w. . . . . . . Pfg.	1,805	1,875	2,20
t das Generatorgas Verwendung, so ist das Wassergas ıur mit 0,5 k Koks zu belasten, der Preis ist dann Pfg.	1,405	1,495	1,80

1) Die Wärme des zugeführten Wasserdampfes ist hier nicht berücksichtigt. Die 1,133 cbm ergas erfordern 0,45 cbm Wasserdampf, entspr. 290 w, so dass rund 550 w auf den Wärmest des Generators und des Generatorgases entfallen.

2) Um Undichtigkeiten der Leitungen (vgl. J. 1890, 181) leichter erkennen zu können, en 10 g Mercaptan um 20 000 cbm Wassergas starkriechend zu machen. Auch Acrolein 'hioaceton sind vorgeschlagen (J. 1889, 115). Sicherheitsvorschriften (J. 1893, 125).

Nach anderen Angaben (J. 1893, 121) stellen sich die Kosten des Wassergases bis 5,6 Pfg. für 1 cbm. (Vgl. J. 1898.)

In folgender Tabelle sind des besseren Vergleiches wegen die Ausbeute Koksgeneratorgas und Wassergas auf denselben Koks berechnet:

	Leuchtgas	Generatorgas			Wasserga	
		aus Kohle	aus Koks		aus Koks	
			ohne Wasser	mit Wasser	Generator	Wasser-gas
Schwere Kohlenwasserstoffe	3,8	—	0	0	0	0
Methan	36,0	1,9	Spur	0,4	0,3	0,4
Wasserstoff	48,0	6,5	1,9	14,0	2,3	48,6
Kohlenoxyd	8,0	23,7	29,4	26,0	28,5	44,0
Kohlensäure	1,4	5,3	2,0	6,9	4,0	3,3
Stickstoff	2,8	62,6	66,7	52,8	64,9	3,7
Brennwerth von 1 cbm Gas	5340	1050	950	1190	950	2630
1 k Kohle gibt cbm Gas	0,3	4,52	5,0	4,77	3,13	1,13
Proc. Ausnutzung	20	60	68	80	42	42
					84	

Während somit 1 k beste Kohle höchstens 0,3 cbm Leuchtgas gibt, erhäl aus 1 k gewöhnlichem Koks 1,13 cbm Wassergas und 3,13 cbm Generatorgas, v zusammen 84 Proc. des Brennwerthes des verwendeten Koks enthalten. Würd Kohlen theilweise entgasen, dann sofort vergasen, das abgetriebene Leuchtgas ab dem Wassergas mischen, so erhielte man ein Gas, welches etwa die in der I Spalte angegebene Zusammensetzung hätte, bei einem Brennwerthe von etwa 3 für 1 cbm. — Neben diesem reicheren Gase hätte man Theer, Ammoniak und als Nebenproducte, wie beim gewöhnlichen Leuchtgasverfahren, dazu die entsprec Menge Generatorgas, wie beim gewöhnlichen Wassergasverfahren. Liesse man diese Gase, nicht wie S. 49 angegeben, unmittelbar in Scrubber und Staubsan sondern zunächst durch Röhrenvorwärmer (entspr. den Winderhitzern bei Hoc gehen, so würde man beim Heissblasen stark erhitzte Luft verwenden können, da viel kürzerer Zeit die Temperatur der Generatorfüllung auf die erforderliche bringen. In Folge dessen würde man verhältnissmässig mehr Wassergas erhalte die Wärmeausnutzung für dieses auf etwa 50 bis 60 Proc. für das Kohlenwas steigern können. Der erforderliche Wasserdampf könnte natürlich auch durch A gewonnen werden oder er würde durch einen Theil des Generatorgases erzeugt.

Ueber den Vorschlag von Dellwik, mit geringerer Koksschicht zu arb daher beim Heissblasen Kohlensäure (statt Kohlenoxyd) zu bilden, um rasche mehr Wassergas zu erzeugen, liegen noch keine zuverlässigen Angaben vor.

Feuerungsanlagen.

Verbrennung. Werden Holz, Torf, Braunkohlen oder Steinkohlen erhi werden sie in der S. 31 besprochenen Weise entgast. Kann atmosphärischer S stoff zutreten und ist die Temperatur hoch genug, dass sich die Bestandtheile des mit dem Sauerstoff verbinden können, ist also ihre Entzündungstemper mindestens erreicht, so entzündet sich das Gas und verbrennt mit leuchtender Fla

die Mischung von Gas und Luft nicht sofort, sondern erst allmählich stattfindet, Verbrennung daher auf einen grösseren Raum ausgedehnt wird. Die nach der gasung zurückbleibende Holz- oder Torfkohle oder der Koks können sich, weil t, nicht mit der Luft mischen, daher nur an der Oberfläche mit dem Sauerstoff inden, sie verbrennen in Folge dessen nicht mit Flamme, sondern glühen Bleibt die Luft, nachdem der Sauerstoff völlig in Kohlensäure übergeführt ist, mit der Kohle in Berührung, so nimmt, bei genügender Temperatur, die Kohlen- e noch ein Atom Kohlenstoff auf: $CO_2 + C = 2CO$ und bildet Kohlenoxyd S. 37). Die Geschwindigkeit dieser Umsetzung wächst mit der Temperatur, der Porosität des Brennstoffes (Holzkohle weit rascher als Koks) und mit der er der Berührung (d. h. mit der Höhe der Brennstoffschicht, umgekehrt mit der tärke).

In unseren gewöhnlichen Feuerungen gehen diese Vorgänge meist nebeneinander Um eine vollständige Verbrennung zu erzielen, ist somit eine genügende ge Sauerstoff bezw. Luft und eine genügend hohe Temperatur derlich.

Rauch. Die Klagen über Rauchbelästigung sind so alt als die Verwendung der kohle selbst. Der Stadtrath zu Zwickau hat bereits im J. 1348 den vor den Stadtthoren enden Schmieden die Verwendung der Steinkohle streng verboten. Anfangs des 14. Jahrh. e die englische Regierung bestürmt, die Steinkohle zu verbieten. Am Ende des 16. Jahrh. s die Königin Elisabeth ein strenges Verbot gegen die Luftverpestung durch Steinkohlen- ungen. Zu Anfang des 17. Jahrh. war die Belästigung der Londoner Bevölkerung durch kohlenrauch trotzdem so arg, dass eine Regierungscommission die Zerstörung aller Stein- nfeuerungen anordnete und die fernere Verbrennung der Steinkohle verbot. Aber schon 1673 waren neue Gesetze gegen das Rauchen der Schornsteine erforderlich; dann folgen rechende Gesetze im J. 1773 und 1821. Im J. 1843 wurde bestimmt, dass jede Lokomotive eigenen Rauch verzehren soll. Im J. 1853 erschien das Gesetz: „Smoke Nuisance Act"; 1858 „Smoke Nuisances Amendement Act", im J. 1863 „Alcali Act", im J. 1866 „Nuisances val Act" und 1875 „Public Health Act". Aber weder diese zahlreichen Gesetze noch die ellung „Smoke abatement Exhibition" in London 1881/82 haben die erwünschte Abhülfe cht. Ein wesentlicher Grund für diesen Misserfolg liegt wohl in der unbestimmten Fassung esetzlichen Bestimmungen. (J. 1889, 121.)

Wenn auch eine unmittelbare Schädigung der Gesundheit der Menschen durch Rauch etzt nicht zweifellos feststeht, so ist doch nicht zu bestreiten, dass der Rauch mittelbar rch gesundheitsschädlich wird, dass er das Sonnenlicht zurückhält, namentlich wenn er mit Wasserdunste den so unangenehmen Nebel bildet, welcher bekanntlich oft tagelang die sen grosser Städte einhüllt. — Die Beschmutzung der Häuser und öffentlichen Denkmäler kt erhebliche Geldverluste. Sind die Häuser mit Oelfarbeanstrich versehen, so muss dieser falls viel öfter erneuert werden, sogen. Rohbau, namentlich Sandstein, ist nach dem ärzen durch Rauch überhaupt nicht wieder in früherer Schönheit herzustellen. Will man in dieser Beziehung geringere Ansprüche stellen, so hätte beim Bau viel gespart werden en, was jetzt durch Rauch zerstört wird. Dass ferner durch Beschmutzen der Wäsche, Vor- e, Kunstwerke u. dgl. jährlich bedeutende Geldwerthe verloren gehen, ist bekannt. — Aber der Besitzer der rauchenden Feuerung selbst wird durch dieselbe geschädigt, indem Rauch eine schlechte Verbrennung, somit eine unvollständige Wärmeentwicklung, in Folge Berussens der Heizflächen aber auch eine mangelhafte Wärmeübertragung, also elten Verlust anzeigt. Berücksichtigt man aber, dass allein Deutschland täglich für 1 Mill. (Grubenwerth, also an der Verbrauchsstelle über 2 Millionen Mark) Kohlen verbraucht, so gt der Rauch bedeutende Verluste am Nationalvermögen.

Rauchbildung. Findet die Entgasung der Brennstoffe (S. 34) bei Luftzutritt, in gewöhnlichen Feuerungen statt, so geht diese beim Holz wegen der geringen meleitungsfähigkeit desselben langsam vor sich, die Hauptmenge der Theerdämpfe beim Durchziehen der bald an der Oberfläche des Holzes gebildeten glühenden kohle noch weiter vorgewärmt, so dass sich dieselben gleichmässig mit der Luft hen, bez. verbrennen können. Mit Holz ist daher leicht eine vollständige, rauch- Verbrennung zu ermöglichen.

Wird Steinkohle auf den vorhandenen glühenden Koks geworfen, so geht die gasung wegen der erheblich kleineren Stückform der Kohle und der besseren W leitung rasch vor sich. Nun ist aber der Feuerraum durch das Einbringen der schon etwas abgekühlt, die plötzliche Gasbildung nimmt Wärme in Anspruch, die tritt ungleichmässig durch die mehr oder weniger dicht gelagerte Kohle zu, so da Theil der Theerdämpfe, besonders der höchstsiedenden Bestandtheile sich zu kl Tropfen verdichten können, bevor sie in die eigentliche Verbrennungszone gela Während aber brennbare Gase und Luft sich leicht durchdringen und verbinden, die Verbrennung von flüssigen und festen Stoffen nur an der Oberfläche, also viel samer statt. Die Verbrennung des Theeres wird ferner dadurch wesentlich ersch dass Steinkohlentheer besonders viel stickstoffhaltige Basen und kohlenstoffreiche bindungen enthält, welche nur bei sehr hoher Temperatur und ausreichendem zutritt völlig verbrannt werden. Fehlt Sauerstoff, so scheidet sich mehr oder we reiner Kohlenstoff als Russ ab, ist die Hitze nicht hoch genug, so entweicht ein der Theerdämpfe unverändert oder nur theilweise verbrannt, gemischt mit mehr weniger Russ. Rauch besteht demnach aus mehr oder weniger veränderten T nebeln, gemischt mit Russ und Flugasche, sehr selten aus Russ allein.

Russ ist zwar tief schwarz, aber geruchlos und nicht klebrig, haftet somit leicht an Wänden, auf Pflanzen, Wäsche u. dgl. Dagegen riechen die braunen T nebel sehr unangenehm (besonders die darin enthaltenen Schwefelverbindungen stickstoffhaltigen Basen) und ertheilen dem gleichzeitig vorhandenen Russ die h unangenehme Eigenschaft, dass er leicht haftet und sich nur sehr schwer wiede fernen lässt. Brauner Rauch kann daher unter Umständen mehr belästigen schwarzer.

Die fast zahllosen Vorschläge, das Rauchen der Schornsteine zu verh bezwecken entweder die Beseitigung oder Vernichtung des gebildeten Ra oder die Verhütung der Bildung desselben.

Die Beseitigung des Rauches durch sog. Russfänger kann beste die Belästigung der Umgegend vermindern, nicht aber die durch die mit der R bildung verbundene unvollständige Verbrennung und Berussung der Heizfläche wirkten Wärmeverluste. Dasselbe gilt vom Waschen des Rauches, welches au dem wegen der Schwerbenetzbarkeit desselben umständlich ist. Zum Verbren des Rauches ist wiederholt vorgeschlagen, die Rauchgase mit Luft gemischt d dasselbe Feuer zu treiben, welches den Rauch erzeugt hat, was natürlich gar möglich ist. Mehr Erfolg hat schon die Anbringung mehrerer Feuer neben-, hi oder übereinander, während die Einführung von Wasserdampf wesentlich nur schwarzen Rauche eine hellere Farbe gibt. Die Zuführung von Luft h dem Rost schadet meist mehr, als sie nützt, da sie eine weitere Abkühlung des gemenges bewirkt. Besser ist es die Rauchgase durch ein glühendes Steingitter zu führen.

Der vorhandene Rauch ist viel schwerer zu verbrennen als die Dämpfe, aus er sich bildet. Es ist daher jedenfalls richtiger, die Bildung von Rauch zu v hüten. Dieses geschieht dadurch, dass man das Gasgemenge vor frühzeitiger kühlung schützt, also durch Vorfeuerungen, Scharmotteausfütterungen eiserner O Dampfkesselflammrohre u. dgl. Sicherer ist, die Entgasung gleichmässig vor gehen zu lassen, indem die Brennstoffe allmählich und ununterbrochen in Feuerung eingeführt werden. Bei nichtbackenden Kohlen gelingt dieses oft s durch Schrägroste und Schüttfeuerungen. Besser ist das Vorschieben der Ko durch Maschinenkraft, besonders wenn gleichzeitig durch Bewegen des Rostes gleichmässige Luftzuführung gesorgt wird. Die einzige sichere Lösung der Ra

e ist aber die allgemeine Einführung der Gasfeuerungen und Gaskraft-
schinen.

Eine sachgemässe Beurtheilung einer Feuerung kann nur auf Grund von
analysen geschehen.

Mit folgendem Apparate hat Verf. tausende von Gasanalysen ausgeführt. Der untere,
c fassende Theil der zum Messen des zu untersuchenden Gases bestimmten Bürette A
. 48), welche zur Abhaltung von Tempe-
schwankungen von einem weiten Cylinder
Vasser eingeschlossen wird, ist in Zehntel,
bere in ganze Cubikcentimeter eingetheilt.
dickwandige gläserne Capillarrohr mit den
ähnen ist an beiden Enden festgelegt, bei i
nem Ausschnitte der Scheidewand und bei o
eine kleine, an der Decke des Kastens
dliche Stütze. Die 3 Glashähne schliessen
r dicht und klemmen sich bei nur einiger-
sen verständiger Behandlung nie fest. Das
rohr ist am vorderen Ende umgebogen und
em U-Rohr B verbunden, dessen Schenkel
wolle enthalten. Das nach hinten ge-
ete Ende des Dreiweghahnes c ist durch
mischlauch a mit dem Gummisauger C ver-
en, durch welchen es leicht gelingt, das
uführungsrohr und B mit dem zu unter-
enden Gase zu füllen. Die Bindung der
geschieht in den unten in Einschnitte fest-
ten U-förmigen Gefässen D, E, welche
h kurze Kautschukschläuche mit dem Hahn-
e verbunden und zur Vergrösserung der Be-
ungsfläche mit Glasröhren angefüllt sind.
ie Marke m sich über dieser Verbindungs-
e befindet, so ist diese stets mit der betreffen-
Flüssigkeit benetzt und so leicht vollkommen
t zu halten. Das andere Ende des U-Rohres
mit einem Kautschukstopfen geschlossen,
her ein Glasröhrchen enthält; die Röhrchen
mit einem gemeinschaftlichen, etwa 200 cc fassenden schlaffen Gummiballon, zur Abhaltung
tmosphärischen Sauerstoffs, verbunden.

Fig. 48.

Soll der Apparat gebraucht werden, so füllt man zunächst den die Bürette A umgebenden
der, sowie auch die Flasche L mit destillirtem Wasser. Zur Füllung der 2 Absorptions-
en nimmt man die Stopfen mit den Glasröhren und Gummibeutel ab und giesst in das
ss D etwa 110 cc Kalilauge von 1,20 bis 1,28 spec. Gewicht, so dass dasselbe etwas über
damit angefüllt wird. Ferner löst man 18 g Pyrogallussäure in 40 cc heissem Wasser, fügt
der obigen Kalilauge hinzu und giesst das Gemisch in das zweite Gefäss E zum Lösen des
rstoffs. Man schliesst die 2 Glashähne, stellt den Hahn c wagerecht und hebt die Flasche
dass das Wasser die Bürette A füllt, gibt dem Hahn c eine Vierteldrehung nach links, so
die zweite Durchbohrung zum Rohr B führt, öffnet den Hahn des Gefässes D, senkt die
che L und öffnet vorsichtig den auf den Schlauch s gesetzten Quetschhahn, so dass die Kali-
e bis zur Marke m aufsteigt, worauf der Hahn geschlossen wird. In gleicher Weise werden
die Flüssigkeiten des anderen Gefässes bis zur Marke m aufgesaugt, wobei das Auge stets
ie aufsteigende Flüssigkeit gerichtet ist[1]). Dann werden die 2 Stopfen mit den Glas-
en luftdicht aufgesetzt. In Röhre B bringt man lose Baumwolle, setzt die Stopfen wieder
nd verbindet das Röhrchen n mittels eines Gummischlauches mit dem Glasrohre, oder bei
n Temperaturen Porzellanrohre, welches luftdicht in den Rauchkanal o. dgl. eingesetzt
m den Zutritt der atmosphärischen Luft zu verhüten.

Zur Probe, ob der Apparat dicht ist, stellt man den Hahn wagerecht, presst den Schlauch
ittelbar an dem Rohr im Rauchkanal mittels Quetschhahn oder der Hand fest zu und öffnet

---

1) Es empfiehlt sich, diese Handhabung zunächst mit reinem Wasser einzuüben und erst
die Absorptionsflüssigkeiten einzufüllen.

den Quetschhahn des Schlauches *s*. Die Wassersäule in *A* sinkt etwas, muss dann aber
fest stehen bleiben, da ein fortgesetztes langsames Sinken irgend eine Undichtigkeit verr
würde, die natürlich zunächst beseitigt werden muss, sei es durch besseres Ueberziehe
Schlauches, festes Eindrücken des Stopfen oder Schmieren der Glashähne mit Vaseline, we
etwas Paraffin zugesetzt ist.

Nachdem man die Bürette *A* durch Heben der Flasche *L* bis zur Marke 100 mit W
gefüllt hat, stellt man den Hahn *c* so, dass die Verbindung von dem Gummisauger *C* durc
Rohr *B* mit dem Rauchkanal hergestellt ist, und saugt durch 10- bis 15maliges Zusammenpr
von *C* so lange, bis die ganze Leitung sicher mit dem zu untersuchenden Gase gefüllt ist. D
geschieht am bequemsten in der Art, dass man mit der linken Hand *C* zusammenpresst, dan
dem Daumen der rechten Hand den Röhrenansatz *r* schliesst und nun durch Oeffnen der l
Hand den Ballen aufblähen lässt, den Daumen lüftet, *C* wieder zusammenpresst u. s. w., b
Zweck erreicht ist. Nun stellt man den Hahn *c* wieder wagerecht, öffnet den Quetschhahn
und senkt die Flasche *L*, so dass sich die Bürette *A* mit dem zu untersuchenden Rauchga
zum Nullpunkt anfüllt, worauf *c* durch Vierteldrehung nach links wieder geschlossen wird.
Gas ist jetzt zwischen den 3 Glashähnen und der Wassersäule in *A* eingeschlossen.

Zur Bestimmung der Kohlensäure öffnet man den Hahn von *D* und hebt *L* m
linken Hand, so dass beim Oeffnen des Quetschhahnes auf *s* mit der rechten Hand das Gas i
Flasche *D* übertritt, senkt *L* wieder, bis die Kalilauge in *D* etwa zur Schlauchverbindung
m reicht und treibt das Gas noch einmal durch Heben von *L* in das Kaligefäss. Durch Se
der Flasche *L* und vorsichtiges Oeffnen des Quetschhahnes lässt man nun die Kalilauge w
bis zur Marke *m* aufsteigen, schliesst den Glashahn, öffnet den Quetschhahn, hält die Flasc
so neben die Bürette, dass das Wasser in beiden Gefässen gleich hoch steht, schliesst den Que
hahn wieder und liest endlich das zurückgebliebene Gasvolum ab. Der Stand des Sperrwa
gibt direct den Procentgehalt des untersuchten Gases an Kohlensäure. In gleicher Weise
man das Gas in das Gefäss *E* zwei- bis dreimal übertreten, bis keine Volumabnahme mehr er
die Ablesung nach der erfolgten Einstellung gibt die Menge der Kohlensäure und des Sa
stoffs zusammengenommen.

Ist so die Analyse beendet, so stellt man den Hahn *c* wieder wagerecht, hebt *L*, öffne
Quetschhahn und lässt das Wasser in der Bürette bis auf 100 aufsteigen, stellt *c* wieder senk
füllt mittels *C* die Leitung mit dem zu untersuchenden Gase und nimmt eine neue P
Man kann so bei einiger Uebung alle 5 Minuten eine bis auf Zehntelprocent genaue An
ausführen.

Wird die Absorption nach etwa 100 Analysen träge, so entleert man mittels eines kl
Hebers die Gefässe, spült mit destillirtem Wasser nach und füllt sie von neuem mit Kali
und Pyrogallatlösung. Sollte durch Unachtsamkeit die Absorptionsflüssigkeit in das H
rohr steigen, so hebt man die Flasche *L*, öffnet den Quetschhahn und spült so durch
destillirte Wasser die Lösung in das Gefäss zurück. Gelingt dieses nicht ganz, so zieht ma
Schlauch *a* von Hahn *c* ab, gibt letzterem eine halbe Umdrehung und lässt durch Heben v
so lange Wasser durch das Hahnrohr und den Hahn *c* ablaufen (die übrigen sind geschlos
bis dasselbe völlig rein ist. Wurde dabei das Sperrwasser in der Bürette unrein, so mu
erneuert werden. Man stelle den Apparat nie zur Seite, bevor man nicht sämmtliche Glash
neu mit Vaseline gefettet hat.

Da die in derselben Weise mit Kupferchlorür ausgeführte Bestimmung von Kohleno
nicht ganz zuverlässig ist, so wird sie besser unterlassen.

Will man bei der Untersuchung von Wassergas oder Generatorgasen n
Kohlensäure Kohlenoxyd, Wasserstoff und Methan bestimmen, so sind die Proben über Qu
silber zu untersuchen [1]).

Zur Probenahme ist noch zu bemerken, dass die Gasprobe durch Glas- oder Porze
rohre (nicht durch Eisen) da abgesaugt werden muss, wo die Gase bereits gemischt sind.
den gewöhnlichen Feuerungen geschieht dieses da, wo die Verbrennungsgase die frag
Anlage (Dampfkessel u. dgl.) verlassen, jedenfalls aber vor dem Zugschieber, da durch den
im Mauerwerke kalte Luft angesaugt wird. Man setzt passend in das Gewölbe des Rauchka
ein 2 bis 3 cm weites Rohr (Stück eines Gasrohres), dichtet es gut und befestigt in diesem d
Gummistopfen das Thermometer und Gasrohr zur Probeentnahme. Das Quecksilbergefäss
(etwa 1 m langen) Thermometers und die untere Oeffnung des Glasrohres sollen sich mitte
Gasstrome befinden.

Die Wärmeverluste durch die Rauchgase ergeben sich aus der Zusammenset
der Rauchgase in der im „Taschenbuch für Feuerungstechniker", S. 39, angegebenen Weise

---

1) Die Ausführung der Analyse, die Berechnungen u. s. w. sind eingehend beschriebe
Ferd. Fischer: Taschenbuch für Feuerungstechniker, 3. Aufl. (Stuttgart 1897).

Der Wärmeverlust durch die höhere Temperatur der Rauchgase ergibt sich durch Multipli- on der einzelnen Gasmengen mit der spec. Wärme und dem Temperaturüberschuss der Gase die Verbrennungsluft.

	Spec. Wärme	Gewicht von 1 cbm	Spec. Wärme von 1 cbm
Kohlensäure (CO_2) von			
10 bis 150°	0,2091	1,9781 k	0,414
300	0,2281	—	0,451
Kohlenoxyd (CO)	0,2450	1,2593	0,308
Sauerstoff	0,2175	1,4303	0,311
Stickstoff	0,2438	1,2566	0,306
Wasserstoff	3,4090	0,0896	0,305
Wasserdampf	0,4805	0,8048	0,387
Methan (CH_4)	0,5929	0,716	0,424
Schwefligsäure (SO_2) . .	0,1553	2,864	0,445

Der Verlust durch unvollkommene Verbrennung ergibt sich aus dem Brennwerth unverbrannten Kohle in den Herdrückständen und dem der etwaigen brennbaren Bestand- e (Kohlenoxyd, Methan, Wasserstoff, Russ) der Rauchgase.

Zur Beurtheilung von Feuerungsanlagen ist es durchaus unzureichend, sog. Durchschnittsprobe der Verbrennungsgase anzusaugen und von dieser dann im oratorium eine Probe auf Kohlensäure u. dgl. zu untersuchen. Einmal erhält man e wirkliche Durchschnittsprobe, besonders aber leidet dieses Verfahren an dem ler, dass man aus der Analyse selten brauchbare, oft aber geradezu falsche Schlüsse die Vorgänge in der Feuerung ziehen wird (vgl. Dingl. 251, 323). Ein zutreffendes heil über eine Feuerung kann man nur durch mehrere rasch hintereinander aus- hrte Einzelanalysen gewinnen, da man nur hierdurch den Einfluss des Schürens gl. feststellen kann. Mit dem S. 55 beschriebenen Apparat ist dieses leicht auszu- en. Kennt man den Brennstoff auch nur einigermaassen, so kann man aus der ammtmenge von Kohlensäure und Sauerstoff erkennen, ob irgend nennenswerthe gen Kohlenoxyd u. dgl. zugegen sein können, so dass die Bestimmung von Kohlen- e und Sauerstoff genügt.

Auf Grund der Erfahrungen, welche Verf. bei mehr als 4000 Gasanalysen ge- melt hat, hält er zur Beurtheilung von Dampfkesselfeuerungen [1]), Stubenöfen (S. 66), melheizungen (S. 69), Ziegel- und Porzellanöfen (s. d.), Ultramarinöfen (s. d.), aschmelzöfen (s. d.), Potascheöfen (J. 1878, 431) u. dgl. den S. 55 beschriebenen parat für den handlichsten und besten [2]). Um die geringen Mengen von brenn- en Gasen zu bestimmen, welche in normalen Verbrennungsgasen vor- men, sind meist selbst genaue maassanalytische Verfahren unzureichend. Solche Platinspiralen (Orsat), Palladiumasbest u. dgl. schaden mehr als sie nützen, sie zu unrichtigen Schlüssen führen. Hier muss die Gewichtsanalyse mit r während eines längeren Zeitraumes unmittelbar durch die Apparate angesaugten be (nicht mit eingeschaltetem Gasometer u. dgl.) ausgeführt werden, gleich- tig aber auch je alle 5 oder 10 Minuten eine Augenblicksprobe mit dem ähnten Apparate, um den Gang der Verbrennung verfolgen zu können (vgl. 885, 1295).

---

1) Dingl. polyt. Journ. (1878) 229 S. 130; (1879) 232 S. 346; 233 S. 183; J. 1881, 146, u. 1050; 1882, 131; 1883, 1289; 1885, 1295.

2) Der Apparat ist auch vortheilhaft zu verwenden zur Untersuchung der Hochofen- und olofengase (J. 1879, 71; 1884, 37; 1885, 37), der Beurtheilung von Puddelöfen (J. 1881, 35), elbst zur Untersuchung der Röstgase in Schwefelsäurefabriken (J. 1885, 209), der Satu- onsgase in Zuckerfabriken, zur Beurtheilung von Erdöllampen und Gaskraftmaschinen 1883, 1229) u. dgl.

Bei Gasfeuerungen (S. 71) genügt für die gewöhnliche Betriebsaufsi derselbe Apparat vollkommen. Hier ist ja nur wesentlich dafür zu sorgen, dass Generatorgase möglichst wenig Kohlensäure enthalten, die entweichenden Verbrennu gase dagegen möglichst viel Kohlensäure. Ungenaue Analysen (vgl. J. 1887, 2 sind werthlos.

Feuerungsroste. Der Rost (oder die Rast) ist bestimmt, den Brennstoff möglichst gleichmässigen Einwirkung der atmosphärischen Luft zugänglich zu mac dabei zu verhindern, dass unverbrannter Brennstoff hindurchfällt. Er kann seine A gabe nur dann dauernd erfüllen, wenn er leicht zu reinigen ist und nicht rasch brennt. Die Roststäbe müssen daher lose auf den Trägern liegen, dürfen also n gespannt sein, weil sie sich in der Hitze stärker ausdehnen, als die steinernen Wä des Ofens, in denen die Träger ruhen. Wo man dies nicht beobachtet, werden die Stäbe biegen und krümmen. Dementsprechend werden die Roststäbe nur an ei Ende *x* in Rostträgern *b* (Fig. 49 u. 50) gelagert, während ihr anderes auf dem R träger *b* bez. der Feuerplatte *c* aufliegendes Ende sich auf diesen frei verschie

Fig. 49.

Fig. 50.

kann. Der Rostträger *b* ist, um die freie Rostfläche nicht zu verkleinern, derart du brochen, dass er aus zwei, durch einzelne Rippen verbundenen, Wangen besteht, we unten weiter auseinander stehen. Für gewöhnliche Steinkohlen empfiehlt Rei folgende Grössenverhältnisse:

Länge eines Roststabes $\lesseqgtr$ 1 m, man wende also bei Rosten, welche kürzer als sind, 1 Roststablänge, in jedem anderen Falle aber 2 Roststablängen an.

Dicke eines Roststabes oben = 20 mm.

Dicke eines Roststabes unten = 15 mm.

Weite der Rostspalte oben = 17 bis 20 mm.

Weite der Rostspalte unten = 22 bis 25 mm.

Höhe des Roststabes in der Mitte = 25 mm + 0,1 l, wenn l die Länge des R stabes bezeichnet.

Höhe des Roststabes am Auflager = 35 mm.

Man macht gewöhnlich die ganze Rostfläche $^1/_{20}$ bis $^1/_{40}$ von der Heizflä Auch nimmt man an, dass auf 1 qm Rostfläche in der Stunde 50 bis 80 k Steinkol verbrannt werden können, doch kann man selbst bis 130 k verbrennen (vgl. S. Gesetzt, die Brennstoffschicht bedecke $^3/_4$ der Rostspalten und es trete die kalte L durch den Rost mit 2mal grösserer Geschwindigkeit in den Herd, als die warme L oben zum Kamin abzieht, so wird die Fläche der Rostspalten gleich dem klein Querschnitt des Kamins gemacht.

Treppenrosten gibt man eine solche Neigung, dass auf den einzelnen Stu *e* (Fig. 51) der Brennstoff *cd* der Luft den passenden Durchzug gestattet. Der Ha vortheil des Treppenrostes beruht in der fast ununterbrochenen Verbrennung, we

deshalb durch richtige Regelung des Zuges zu einer fast vollkommenen und
hfreien machen kann. Dazu kommt, dass auch während des Schürens keine
öthige Menge kalter Luft in die Züge tritt. Treppenroste eignen sich besonders
Braunkohlen, Torf, Sägespäne u. dgl., wenig für backende Steinkohle.

Bei der Treppenrostfeuerung von R. Weinlig sind die Rostplatten *a* (Fig. 52)
etwa 8 mm dick, die Theilung etwa 20 mm, so dass die Platte leicht heraus-
ehmen ist. Damit sie sich nicht durchbiegt, wird sie nicht über 0,5 m lang
acht; ist der Rost breiter als 1 m, so
nt man lieber zwei Mittelwangen. Der
e Schieber *b* am Fusse der Treppe
eht aus mehreren kräftigen, in Füh-
gen sich bewegenden Rahmen, in
chen einzelne Roststäbe liegen, während
unteren Schieber *c* aus massiven Platten
estellt sind. Man zieht die Schieber,
n sich Schlacken daselbst angehäuft
en, in der Regel zweimal in jeder
eitsschicht, lässt die
acken vom obersten
den geschlossenen
rsten fallen, schliesst
obersten und öffnet
untersten. Diesen
rsten pflegt man
er etwa 30 mm weit
zu lassen. Damit
Schieber nicht durch
acken oder Kohlen-
kchen an der Bewe-
g gehindert werden,
man die Führungs-
e nicht bis an die
ere Wand gehen, da-
der Schieber alles vor sich herschieben und abstossen kann. Zur grösseren Vor-
macht man auch in den Rostträger zwischen den beiden Schiebern in der Regel
Klappen, welche nach dem Heizerstande hin sich öffnen lassen, um Schlacken
uszuziehen.

Fig. 51.

Fig. 52.

Bedienung bedarf der Treppenrost nur sehr wenig; ja das heftige Herunterstossen der Kohle
der Schürplatte aus und das häufige Stochern zwischen den Rostplatten ist der Verbrennung
ungünstig. Die günstigste Wirkung gibt der Treppenrost, wenn die Verbrennungszone auf
unteren Theile der Treppe liegt; demgemäss muss das Streben des Heizers dahin gehen,
durch Stochern das Ausstossen der Asche und das Reinhalten von Schlacke zu befördern,
der Treppenrost den Fehler hat, dies nicht selbstthätig zu thun. Das Stochern muss von
n herauf erfolgen, wenn die Asche herabrutschen, und von oben hinab, wenn Kohle herunter-
chen soll. In der Regel ist es am Besten, zuerst von unten zu stochern und dann nach Be-
niss von oben den Rest nachzuholen. — Man soll die Neigung der Treppen derart machen,
unten auf derselben eine 5 cm und oben eine etwa 12 cm hohe Schicht ist, d. h. man sucht
h Aufschütten der Kohle auf einen Haufen den natürlichen Böschungswinkel der Kohle und
die Treppe von dieser Linie unten 5 und oben etwa 12 cm weit ab. Die untere Vorlage
dann etwa 10 cm breit. In der Regel kann man für Torfgrus, erdige Braunkohle, Säge-
e die Treppe unter 30° neigen, da diese Stoffe einen Böschungswinkel beim Aufschütten von
32 bis 35° zeigen. Hierbei ist der Feuchtigkeitsgrad der Stoffe zu etwa 40 Proc. angenommen,
er sich in der grossen Praxis am meisten vorfindet.

Fehlerhaft sind alle Roststäbe mit seitlichen Vorsprüngen, so dass sie sich n mit einfachen Schüreisen reinigen lassen. Dazu gehören die vielen hübsch „gez neten" patentirten Roste (Polygonroste u. dgl.), vor deren Anwendung nur gew werden kann. Von den mechanischen Rosten hat sich der von Dou (Dingl. 232, 346) bewährt. —

Der Schornstein bewirkt den Zug und ist so die eigentliche Maschine j Feuerung. Peclet hat für die durch Auftrieb entstehende Luftgeschwindigkei Formel aufgestellt:

$$v = \varphi \sqrt{\frac{2\,g\,h\,(T - t}{273 + t}}$$

in welcher v die sekundliche Luftgeschwindigkeit, g die bekannte Zahl 9,8, h die l säulenhöhe in Metern, T und t die Temperaturen bezeichnen. φ ist eine Werthz welche die Bewegungswiderstände zum Ausdruck bringt; sie soll zwischen 0,30 bis — je nach den örtlichen Verhältnissen — gewählt werden. Für φ ist in der Rege einzusetzen.

Es sei z. B. bei einer Lufttemperatur von t = + 7° die Temperatur der abziehenden Ra gase T = 107° und 307°, die Schornsteinhöhe h = 10 und 30 m, so ergibt sich:

1) $$v = {}^1/_3 \sqrt{\frac{2 \times 9{,}8 \times 10\,(307 - 7)}{273 + 7}} = 4{,}44.$$

2) $$v = {}^1/_3 \sqrt{\frac{2 \times 9{,}8 \times 30\,(307 - 7)}{273 + 7}} = 8{,}30.$$

Die Geschwindigkeit der aufsteigenden Gase nimmt also nicht proportional der Höh Schornsteines zu, so dass eine Erhöhung über 30 bis 40 m nur selten vortheilhaft ist.

3) $$v = {}^1/_3 \sqrt{\frac{2 \times 9{,}8 \times 30\,(107 - 7)}{273 + 7}} = 4{,}44.$$

Gleichung 1 und 3 zeigen, dass eine Erhöhung der Temperatur der Gase auf das Drei dieselbe Beschleunigung bewirkt, als eine dreifache Erhöhung des Schornsteines. Da aber d die Temperatur die Gase gleichzeitig ausgedehnt werden, so ist der durch grössere Geschwi keit der Gase in Folge Temperaturerhöhung erzielte Erfolg thatsächlich erheblich geringer erreicht bald eine praktische Grenze.

Säurefester Kamin auf der chemischen Fabrik von Müller, Packard & Co zu Wetzlar a. d. Lahn. Das Fundament dieses Kamins, welcher bestimmt ist, die Heizgase Wasserdämpfe zweier grosser Phosphorsäure-Abdampfpfannen abzuführen, wurd Cementbeton gefertigt; die unterste Grundfläche desselben beträgt 7 m im Quadrat und ver sich in 4 Absätzen bis auf 4 m im Quadrat, bei etwa 3 m Gesammthöhe, wobei eine Ecke w nicht genügender Festigkeit des Untergrundes etwa 0,75 m tiefer betonirt werden mu Wegen allzu bedeutender Festigkeit des übrigen grösseren Theiles des Untergrundes, w Sprengarbeit erfordert haben würde, erschien es nicht thunlich, das ganze Fundament so tiefer zu legen. Die Betonmischung bestand aus 10 Th. gebaggertem Flusskies mit Sand gem und 1 Th. Portlandcement. Auf diesen Betonklotz wurde der Sockel aus Backsteinen mit I cementmörtel aufgemauert; derselbe misst 3,2 m im Quadrat bei einer runden Höhlung von Durchmesser, so dass die Wandstärke an den dünnsten Stellen nur 85 cm beträgt; der S hat eine Höhe von 10 m. Den Uebergang aus dem Viereck des Sockels zum Kreise der S vermittelt die in Form eines Achteckes aus Beton hergestellte Abdeckung. Ueber diesem S erhebt sich nun die runde aus Formsteinen erbaute Kaminsäule in einer Höhe von noch 42 so dass die ganze Höhe des Kamins 52,5 m beträgt. Bei einem lichten Durchmesser des Sch an der Basis von 1,5 m und äusserem Durchmesser von 2,4 m ergibt sich eine Wandstärk 45 cm. Diese vermindert sich bei 7 Absätzen, von denen 3 je 6 m, 2 je 6,5 m und 2 je 7 m geplant waren, bis auf 16 cm im letzten Absatze; die obere lichte Weite beträgt 1 m und äussere Durchmesser also 1,32 m. Da der Kamin bestimmt ist, stark säurehaltige Dä abzuführen, so wurde für denselben eine porzellanartige Steinmasse aus der Fabrik Rhein Industrie für feuerfeste Producte in Bendorf verwendet. Als Mörtel wurde eine Mischung Cement, feinem Quarzsande und gemahlenem Schlackensande verwendet, je etwa ${}^1/_3$. D

…tel scheint allerdings nicht so säurefest zu sein als die Steine; allein die Erfahrung hat …art, dass derselbe mit den Steinen aushält.

Dampfkesselfeuerungen. Die meisten Dampfkessel haben einen zu grossen Rost, …eiten in Folge dessen mit grossem Luftüberschuss und lassen daher viel Wärme in … Schornstein. Die Gase einer Dampfkesselfeuerung enthielten z. B. 1,8 Proc. …lensäure und 19 Proc. Sauerstoff bei 169°, entsprechend einem Wärmeverlust von …1 w für je 1 k Kohle oder 60 Proc. des Gesammtbrennwerthes. Nachdem Mauer…k, Rost u. dgl. gründlich ausgebessert, die Zugstärke an der Hand von Gasunter…ungen geregelt war, enthielten die Gase 18,7 Proc. Kohlensäure und 1,7 Proc. …erstoff, entsprechend einem Wärmeverlust von nur 508 w oder 7 Proc.! Zur ober…lichen Beurtheilung der Feuerung muss man u n t e r den Rost sehen; sämmtliche …tspalten müssen gleichmässig hell sein.

Zur gewöhnlichen Betriebsaufsicht genügt es, zeitweilig etwa 3 rasch (je etwa 5 Minuten) …ereinander genommene Gasproben auf Kohlensäure und Sauerstoff zu untersuchen. Je mehr …lensäure (ohne Kohlenoxyd) vorhanden ist, um so besser ist die Feuerung (1,1 CO_2 + O …sen bei Steinkohle etwa = 20,5 sein, wenn die Verbrennung vollständig ist).

Namentlich für grössere Anlagen empfiehlt es sich, ein enges Bleirohr mit dem im Rauch…al befestigten Rohr zu verbinden (hier aber einen losen Asbestpfropf einzuschalten, um Russ …gl. zurückzuhalten) und bis in das Laboratorium, den Geschäftsraum u. dgl. zu leiten. Um …n jederzeit Gasproben nehmen zu können, lässt man zunächst so viel Gas absaugen[1]), um die …ung damit zu füllen, und nimmt dann eine Probe nach S. 55.

Bei A u s f ü h r u n g v o n H e i z v e r s u c h e n, welche je nach der Wichtigkeit derselben … 10 Stunden zu dauern haben, werden stündlich 6 oder 12 Gasproben entnommen und werden …elben auf ihren Gehalt an Kohlensäure und Sauerstoff geprüft. Ferner wird stündlich …Feuchtigkeitsgehalt und die Temperatur der in die Feuerung tretenden Luft bestimmt …885, 1296).

Für die Feststellung der Leistung eines Dampfkessels durch einen V e r d a m p f u n g s…s u c h, welcher mindestens 10 Stunden dauern soll, hat eine Commission des Vereins …scher Ingenieure (welcher auch der Verf. angehörte) und des Verbandes der Dampfkessel…ine folgende Vorschriften vereinbart:

Vor Beginn der Versuche ist der Kessel zu reinigen, innerlich und äusserlich zu unter…en und auf seine Dichtigkeit zu prüfen; die Feuerzüge sind zu putzen, die Mauerfugen dicht …erstreichen. Nach dieser Reinigung muss der Kessel je nach der Beschaffenheit einen … mehrere Tage im normalen Betriebe gewesen sein, damit derselbe sich im Beharrungs…ande befinde.

Der Wasserstand und der Dampfdruck werden bei Beginn des Versuches genau vermerkt …sollen während des Versuches möglichst auf gleicher Höhe erhalten werden; der Dampf…k wird durch Manometer gemessen und viertelstündlich vermerkt.

Das Speisewasser wird entweder gewogen oder in tarirten Gefässen, deren Inhalt nach der …peratur des Wassers zu berichtigen ist, gemessen; bei genauen Versuchen ist nur ersteres …ssig. Die Speisungen müssen regelmässig und möglichst ununterbrochen geschehen; kurz …Beginn und kurz vor Schluss des Versuches sind Speisungen zu vermeiden. Die Tempe…r des Speisewassers wird gemessen im Behälter, aus welchem gespeist wird, und kurz …dem Eintritt in den Kessel, und zwar bei jeder Speisung, mindestens halbstündlich. Die …sung durch Injectoren ist nur zulässig, wenn sie den Dampf aus dem Versuchskessel …lten.

Findet gleichzeitig mit der Untersuchung der Dampfkesselleistung eine Untersuchung des …pfverbrauches einer von dem Kessel gespeisten Dampfmaschine[2]) statt, so ist die Verwendung …Dampfpumpen zur Speisung unzulässig, welche ihren Betriebsdampf aus dem Versuchskessel …ehmen oder deren Abdampf mit dem Speisewasser in Berührung kommt.

Alles Leckwasser an den Kesselgarnituren sowie etwa ausgeblasenes Wasser ist aufzufangen …in Rechnung zu bringen. Das auf diese Weise ermittelte Wassergewicht ist umzurechnen …Speisewasser von 0° und Dampf von 100°. (Siehe Tabelle weiter unten.)

---

1) Z. B. selbstthätig; J. 1882, 486.

2) 1 Pf. = 75 mk secundlich $= \frac{75 \times 60 \times 60}{425}$ = 635 w stündlich.

Bei der Bestimmung des Brennmaterialverbrauchs ist darauf zu achten, dass Beginn des Versuches das Feuer in einen normalen Zustand der Beschickung und Reini gebracht, Asche und Schlacke aus dem Aschenfall entfernt werden. Die Dauer und der B materialverbrauch des Anheizens werden vermerkt, bleiben aber ausser Berechnung. während des Versuches zur Verwendung kommende Brennmaterial ist zu wiegen und angem zu zerkleinern; die Beschickung des Rostes geschieht möglichst regelmässig. Schlacken Asche werden gewogen und auf ihren Gehalt an brennbaren Stoffen geprüft (vgl. S. 8).

Versuche, bei welchen nachweisbar erhebliche Wassermengeu durch den Dampf m nisch mitgerissen werden — Dampfwasser (Condenswasser) mit Silbernitrat zu prüfen — unbrauchbar.

Verdampfungsversuche ohne gleichzeitige Untersuchung der Ra gase haben wenig oder gar keinen Werth. —

Vom Verfasser (J. 1885, 1298) ausgeführte Versuche ergaben z. B. für drei schiedene Dampfkessel folgende Wärmevertheilung:

		I	II	II
Kohle auf 1 qm Rostfläche	k	123,8	86,3	49
Wasser auf 1 qm Heizfläche	„	26,6	24,7	8
Brennwerth der Kohle, calorimetrisch bestimmt . .	w	7790	7720	76
davon in Wasser aufgenommen	Proc.	74,9	68,4	83
Verlust in den Herdrückständen	„	2,1	3,6	0
„ durch unvollständig verbrannte Gase . . .	„	—	—	0
„ „ die höhere Temperatur der Rauchgase .	„	16,7	19,3	10
„ „ Leitung und Strahlung als Rest . . .	„	6,3	8,7	4

In den Pulverfabriken Rottweil und Düneberg konnte durch bessere Betriebsaufsich einer Dampfkesselanlage der Kohlensäuregehalt der Verbrennungsgase auf durchschni 13,1 Proc. gebracht und dadurch der Verlust durch die Kamingase auf 12 Proc. des B werthes ermässigt werden. In Rottweil wurden im J. 1891 58 798 488 k Dampf erzeugt un Dampfpreis stellte sich durchschnittlich für 1000 k auf 4,25 Mark einschliesslich des Anhe und aller Verluste. Im J. 1892 dagegen war der Dampfpreis nur 3,24 Mark und vom 1. 1892 bis 31. März 1893 nur noch 3 Mark. Es ist demnach der Dampfpreis um 1,01 Mark 1,25 Mark billiger geworden, was bei der Dampfmenge von 58 798 488 k eine Ersparnis 59 386 Mark bez. 73 498 Mark ergibt. Hiervon kommen nur etwa 38 Proc. auf die billi Kohlen und 62 Proc. auf die im Betriebe erzielten Verbesserungen einschliesslich der W reinigung.

Die Grössenverhältnisse der Roste (S. 58) von Dampfkesselfeuerungen und Schornsteine hat H. v. Reiche in folgender Tabelle (s. S. 63) zusammengestellt. derselben bezeichnet F : R das Verhältniss von Heizfläche zu Rostfläche, F : f das hältniss von Heizfläche zum obersten Schornsteinquerschnitt, und R : f das Verhä von Rostfläche zum obersten Schornsteinquerschnitt.

Bei den Flammrohrkesseln mit Innenfeuerung wird hinter dem Rost eine F brücke angebracht, um das Herabrutschen der Kohlen zu verhüten (Fig. 53 u. Fig. 53 zeigt ausserdem, wie eine zu grosse Rostfläche abgedeckt werden kann. I Kessel mit weitem Flammrohr, welches der grösseren Festigkeit wegen aus Well hergestellt ist, bewähren sich recht gut, da in dem weiten Flammrohre die Verbren vollständiger ist als in engen Flammenröhren. Die Feuergase kehren durch Unterzug II nach vorn zurück und gehen durch III wieder nach hinten. Die geschriebenen Maasse beziehen sich auf den Kessel, mit welchem der oben erwä Verdampfungsversuch I ausgeführt wurde. Da es hierbei weniger auf gute nutzung der Kohlen als auf grosse Dampflieferung ankam, so wurden bei einem and Versuch auf je 1 qm Heizfläche stündlich 29,5 k Wasser verdampft, dabei auf Rost 127 k Kohlen verbrannt und doch wurde eine 9,0- bis 9,7fache Verdamp erzielt.

	Westfälische Steinkohle (Kesselkohle)				Beste Anhalter Braunkohle			
Auf 1 qm Rostfläche werden stündlich verbrannt k =	40	60	80	100	100	200	300	450
I. Stark geschonter Kessel. qm Heizfläche gibt stündlich 10 k Dampf. F : f = etwa 220	Auf 1 qm Heizfläche stündlich 1,11 k Kohlen. — 1 k Kohle gibt 9 k Dampf.				Auf 1 qm Heizfläche stündlich 3,33 k Kohlen. — 1 k Kohle gibt 3,33 k Dampf.			
F : R =	36,0	54,0	—	—	33,33	—	—	—
R : f =	6	5	—	—	7	—	—	—
. Mässig geschonter Kessel. qm Heizfläche gibt stündlich 16,66 k Dampf. F : f = etwa 180	Auf 1 qm Heizfläche stündlich 2,08 k Kohlen. — 1 k Kohle gibt 8 k Dampf.				Auf 1 qm Heizfläche stündlich 5,55 k Kohlen. — 1 k Kohle gibt 3 k Dampf.			
F : R =	—	28,8	38,4	48,0	18,0	36,0	—	—
R : f =	—	5	4	4	7	6	—	—
Mässig angestrengter Kessel. qm Heizfläche gibt stündlich 23,33 k Dampf. F : f = etwa 140	Auf 1 qm Heizfläche stündlich 3,33 k Kohlen. — 1 k Kohle gibt 7 k Dampf.				Auf 1 qm Heizfläche stündlich 8,75 k Kohlen. — 1 k Kohle gibt 2,66 k Dampf.			
F : R =	—	—	24,0	30,0	11,4	22,8	34,28	—
R : f =	—	—	4	4	7	6	5	—
. Stark angestrengter Kessel. qm Heizfläche gibt stündlich 30 k Dampf. F : f = etwa 100	Auf 1 qm Heizfläche stündlich 5 k Kohlen. — 1 k Kohlen gibt 6 k Dampf.				Auf 1 qm Heizfläche stündlich 12,85 k Kohlen. — 1 k Kohle gibt 2,33 k Dampf.			
F : R =	—	—	—	20,0	—	15,5	23,3	35,0
R : f =	—	—	—	4	—	6	5	4

Fig. 53.

Bei der Dampfkesselanlage der Spinnerei Pfersee ist durch den aus e Cornwallkessel mit darüber gelegtem Heizröhrenkessel zusammengesetzten Do kessel (Fig. 55 u. 56) die sogen. innere Heizfl möglichst gross gemacht, um eine starke Erhit des Kesselmauerwerkes zu vermeiden und die Wä verluste durch das Mauerwerk möglichst hera drücken. Ein Hauptvorzug des ganzen Kesselsys besteht noch darin, dass sowohl der Unterkessel auch der Oberkessel mit gesondertem Dampfr versehen sind und dass beide Dampfräume mit e reichlich bemessenen Dampfsammler in Verbin stehen, von wo aus der Dampf nach den Verbrau stellen geleitet wird. Aus dieser Anordnung e sich zunächst, dass die Dampfblasen bei ihrem stiege keine besonders hohe Wassersäule zu ü winden haben; ferner wird durch die beiden Wa

Fig. 54.

Fig. 55.

Fig. 56.

spiegel eine sehr grosse Verdampfungsoberfläche geschaffen, während aus der Gesa anordnung grosse Dampf- und Wasserräume resultiren, welche für die Erzeugung technisch trockenem Dampf von der grössten Wichtigkeit sind. Die Dampfräume st mittels eines durch einen weiten Blechstutzen geführten 16 cm messenden Dampfr mit einander in Verbindung, während der Unterkessel sein Speisewasser durch ein weites Ueberlaufrohr erhält (J. 1894, 102).

Kohlenstaubfeuerung[1]). Neuerdings wird vielfach feingepulverte K durch Wurfvorrichtungen oder mittels Druckluft oder Wasserdampf in den glühen

1) J. 1893, 137; 1894, 97; 1896, 91; 1897, 148.

lten en Feuerraum eingeworfen. Es lässt sich auf diese Weise leichter eine rauch- Verbrennung erzielen, als durch Aufwerfen der nichtgepulverten Kohlen. Das ern der Kohlen und das Einführen derselben in die Feuerung erfordert aber be- re Maschinenkraft.

Flüssige Brennstoffe, Erdöl (vgl. S. 108), Steinkohlentheer, Braunkohlen- r und Theeröle (vgl. S. 82) werden ebenfalls für Dampfkesselfeuerungen verwendet J. 1896, 93). Auf der Ausstellung in Chicago wurden z. B. die Brenner durch ntrische Rohre nach dem Vorbild der Injectoren gebildet. In Fig. 57 ist der des Dampfes durch Pfeile angegeben, ebenso der des Oeles. Das Oel tritt aus

Fig. 57.

Fig. 58.

kleinen Oeffnung des Rohres aus, das sich in der Mitte des Dampfcylinders be- t, wird in dem Raum *b* zerstäubt und tritt als Gemisch durch den Deckel *a* aus, or der Oeffnung verbrannt zu werden. Bei dem Brenner Fig. 58 ist der Vorgang lbe, der Unterschied ist lediglich in dem Wege des Dampfes zu finden.

Die Dampfkesselanlage in Friedenshütte für Hochofengase ist mit sogen. rheitsdampfkesseln nach Schmidt versehen. Das Gas tritt aus der Haupt- ıg, welche, hinter den Kesseln liegend, das Kesselhaus in der ganzen Länge durch- durch ein mit Drosselklappe versehenes senkrechtes Rohr von 47 cm Weite in Kammer, in welcher der mitgeführte Zinkstaub sich zum Theil ablagert. Durch le tritt dasselbe dann in die Verbrennungskammern und wird mit der durch le einströmenden vorgewärmten Luft gemischt. Die Verbrennungskammern en so heiss und bleiben so glühend, dass sich das Gas auch nach einer einstündigen rbrechung noch wieder entzündet. Eine Hilfsfeuerung ist zu diesem Zwecke also thig; nur beim Anheizen eines neuen Kessels wird auf der Hilfsfeuerung ein es Feuer zum Anzünden der Gase unterhalten (vgl. J. 1887, 321; 1888, 136; , 207).

Gute Generatorgasfeuerungen verhüten zwar das Rauchen der Schorn- , sind aber für Dampfkessel wenig empfehlenswerth. Die beste Lösung der ntlich für grössere Städte so wichtigen Rauchfrage ist der Ersatz der häus- ı Feuerungen durch Leuchtgas- oder Wassergasbrenner (S. 50) und der Dampf- chine durch die Gaskraftmaschine (S. 47).

Zimmerheizung. Eine Heizungsanlage hat den Zweck, die Wohnräume u. dgl. möglichst wenig Brennstoffaufwand gleichmässig zu erwärmen ohne die erluft zu verunreinigen. Damit werden alle die Heizungsarten ausgeschlossen, e die Verbrennungsproducte nicht abführen, z. B. die sogen. Carbonatronöfen von ieske, verschiedene Leuchtgasöfen u. dgl. Derartige Vorrichtungen zeugen chlich von einer erstaunlichen Gedankenlosigkeit, da ja ein Ofen überhaupt nur weck hat, die Wärme von den Verbrennungsproducten zu trennen.

Geschichte. Die einfachste Form der Feuerung, welche sich bei den ältesten Völkern eisen lässt, bestand in einem offenen Herd, auf dem der Brennstoff einfach aufgeschichtet . Dieser Herd, welcher inmitten des Raumes stand, wobei der Rauch durch die Thüre

oder eine Oeffnung im Dache den Abzug fand, ist auch der Mittelpunkt, von dem alles leben ausgegangen ist. Wir finden dann bei den Römern Heizanlagen, wo die Wär Heizungen durch Kanäle unter den Fussböden und durch lothrechte Röhren in der Mauer obere Geschoss geleitet wurde. Eine solche Vorrichtung zur Erwärmung hiess „hypoca und ist somit als Vorläufer der sogen. „Luftheizung“ anzusehen. Derartige Heizvorrich finden sich vorzüglich erhalten auf der Saalburg bei Homburg.

Den Hypocausten ähnliche Heizvorrichtungen finden sich in der Kaiserpfalz in Gos in Klöstern, wo in Heizkammern grosse Steine glühend gemacht wurden und dann die geleitete Wärme in die zu erwärmenden Räume geführt wurde. Im 7. Jahrhundert gi dann allmählich zu Kaminen [1]) und Oefen über. Der Kamin stand ursprünglich, wie d der alten Völker, in der Mitte des Raumes oder Saales und fand der Rauch, wie dort, dur Dachluke den Abzug, während wir später, z. B. in den romanischen Schlossbauten, den schon an die Wand oder gar in eine Ecke gerückt finden. Während die Kaminheiz England, Frankreich und Italien noch heute vorwiegt, wurde diese in Deutschland du Oefen [2]) verdrängt. Anfangs hatte man nur Kachelöfen, eiserne Oefen wurden erst im 1 hundert eingeführt.

Die verschiedenen Heizungsarten kann man eintheilen in Einzelheizu (Kamine und Oefen) und Sammelheizungen (Feuerluft-, Wasser- und I heizung).

Kaminheizung ist mit grosser Brennstoffverschwendung verbunden. Si in Deutschland nur noch da angewendet, wo es mehr au stattung als auf Heizung des betreffenden Raumes ank Die angeblichen Vorzüge der Heizung mit strahle Wärme muss Verf. bestreiten (vgl. J. 1887, 145).

Fig. 59.

Ofenheizung ist am verbreitetsten. Zur Erläu der Wirkungsweise eines eisernen Ofens diene die (s tisch gehaltene) Fig. 59. Der 0,5 m hohe Feuerraum *A* feuerfesten Steinen ausgesetzt; die Thüren zu der mit schrägen Rost versehenen Schüröffnung *a* und die zum A fall *B* sind mit einer Verschraubung versehen, schliessen wie auch die Füllthür *b*, dicht. Die Rauchgase gehen Pfeilrichtung durch den Aufsatz *C* und entweichen dur Blechrohr *D* zum Schornstein.

In dem Rohransatz *d* ist für Versuchszwecke mittels ein schliessenden Korkes das Thermometer *t* (mit Stickstofffüllung), d Zugmesser führende Rohr *e* und das mit dem Apparat zur Unters der Rauchgase (S. 55) verbundene Glasrohr *f* befestigt. Dur vielen Biegungen werden die Rauchgase völlig gemischt; gleic bei *c* und *d* genommene Gasproben hatten bis auf 0,1 Proc. gen selbe Zusammensetzung. Bei Verwendung von Anthracit hatte die Gase folgende Zusammensetzung:

---

1) Bis zum 8. Jahrh. hiess unser Kamin caminata; von da ab jedoch verstand ma diesem Worte ein heizbares Gemach: Kemenâte, welches unserem Cabinet entspricht, w ein unheizbarer Raum camera, Kammer, hiess und noch jetzt so heisst.

2) Die aus dem 7. oder doch aus dem 8. Jahrh. stammenden Baugesetze der Longo erwähnen auch schon der Oefen, welche aus „Töpfen“ (topfartigen Hohlziegeln) erbaut und sollen hierzu 250, 500, ja sogar 1000 solche Töpfe für einen Ofen verwendet worde Der Ofen heisst hier pensile (pisile, pensele) und soll dies von pendere (schweben) absta da bei den Römern Luftheizung in Verwendung stand, die Erwärmung der Räume also erhitzte, aufsteigende, daher schwebende Luft herbeigeführt wurde. Später ist das G selbst nach dieser Heizeinrichtung — pensile — (Frauengemach, Arbeitsgemach) genannt, dieses auch von pensum — Aufgabe, Arbeit — hergeleitet wird. Jedenfalls haben sic zwei verschiedenen Begriffe später in dem auf das Gemach übertragenen Ausdrucke g Pensile, pisile würde also einen geheizten Raum und Arbeitsgemach zugleich bedeuten ähnliche Weise erhielt vom Ofen, der englisch stove, italienisch stufa hiess, später der von beheizte Raum selbst, die Stube den Namen.

eit	Kohlensäure	Kohlenoxyd	Sauerstoff	Stickstoff	Abzugsgase Temperatur	Bemerkungen
Min.						
50	12,5	0	8,0	79,5	240°	Temperatur im Laboratorium 12°.
—	12,6	0	7,9	79,5	241	1 mm Zugstärke.
10	11,5	0	9,1	79,4	240	Dann nachgeworfen, Thüren *a* und *b* geschlossen.
20	11,8	Spur	8,4	79,8	201	
30	13,7	0	6,4	79,9	234	
40	14,1	0	6,2	79,7	242	
50	13,6	0	6,7	79,7	248	Nochmals aufgeworfen.
—	13,5	0	6,9	79,6	206	
10	13,4	0	7,2	79,4	229	

Diese Versuchsergebnisse entsprechen einem Gesammtwärmeverlust in den Schornstein nur 8 Proc., so dass also 92 Proc. der Wärme im Zimmer blieben.

Um derartig günstige Brennstoffausnutzung zu erzielen, muss der Feuerraum aller ·nen Oefen mit feuerfesten Steinen ausgesetzt werden. Wenn die Brennstoffe die nflächen berühren, so ist eine vollständige Verbrennung selten möglich. Ausserdem llen die Eisenplatten überhitzt, so dass sie unter Umständen Kohlenoxyd hindurch ndiren lassen, jedenfalls aber allen organischen Staub versengen, somit die Zimmer- verderben[1]). (Vgl. J. 1880, 940.) Wünschenswerth ist ferner, dass die Gase ıal wieder nach unten geführt werden, um die Wärme durch die Ofenwandungen lie Zimmerluft abzugeben. Wird der Ofen als Füllofen benutzt, somit zeitweilig, entlich des Abends, geschlossen, so müssen die unteren Thüren völlig dicht iessen, da sich sonst Kohlenoxyd bildet, welches bei schlechtem Zuge in das mer treten kann. Wesentlich für die Wärmeausnutzung ist die Regelung des Luft- ittes. Wurde z. B. bei dem Ofen Fig. 59 nicht nur die Aschenfallthür geöffnet, so die Luft durch den wagerechten Rost in den Feuerraum trat, sondern auch die r *a*, so stieg die Temperatur der abziehenden Gase rasch, so dass das Thermo- er *t* bald entfernt werden musste, während dem verstärkten Zuge entsprechend der lensäuregehalt fiel, der Wärmeverlust aber derartig stieg, dass die letzte der enden Analysen etwa 40 Proc. des Brennwerthes entspricht.

eit	Kohlensäure	Kohlenoxyd	Sauerstoff	Stickstoff	Rauchgase Temperatur	Bemerkungen
Min.						
—	10,2	0	10,4	79,4	182°	Zug 2,5 mm.
10	9,0	0	11,6	79,4	247	
20	8,4	0	12,3	79,3	344	
30	7,1	0	13,7	79,2	über 360	Zug 4 mm.

Die hunderttausende von Oefen in Deutschland, welche nur mangelhafte, sehr oft keine Thüren haben, lassen 50 bis 80 Proc. des Gesammtbrennwerthes der Brenn- e in den Schornstein entweichen, ein Verlust, der jährlich viele Millionen Mark ägt (vgl. S. 2).

1) Die Oefen von Meidinger sind daher — wenigstens in Hannover und Göttingen — mein wieder beseitigt, um so mehr sie auch eine sehr mangelhafte Brennstoffausnutzung ngen.

Sollen die eisernen Oefen gleichzeitig Frischluft von Aussen ansaugen, so wer sie mit einem Blechmantel umgeben. Der Mantelofen von Sturm (Fig. 60) zur Vergrösserung der Heizflächen an den Aussenflächen mit Rippen versehen. kleinen Luftkanäle F in der Scharmotteausfütterung werden besser fortgelassen; Uebrigen ist der Ofen zweckentsprechend.

Bei dem Ofen von Bourdon für Anthracit oder Koksfeuerung stützt sich runde Füllschacht A (Fig. 61 u. 62) unten auf den Rost C, welcher mittels eines Hel a geschüttelt werden kann, um Asche und Schlacke (letztere rechts vom unteren Ra

Fig. 60.

Fig. 61.

Fig. 62.

des Rostes) niederfallen zu lassen. Die Verbrennungsluft tritt durch ein Ventil welches an der linken Seite der Fig. 61 über a erkennbar und durch den Verlauf e gefiederten Pfeiles ausgezeichnet ist. Der Rauch entweicht durch zwei unter Stein B ausgesparte Oeffnungen D in zwei senkrechte Kanäle (Fig. 62) und in di empor, sinkt in zwei anderen senkrechten Kanälen nach unten und entweicht end durch die Röhre E (Fig. 61) zum Schornstein. Der Unterofen, ausgeschlossen Boden des Aschenfallraumes, Rost und Thür nebst Zubehör, ist im Ganzen gego und oben mit Rillen versehen, die mit Sand gefüllt werden, und in welche sich Ränder des Füllschachtes A sowie die sämmtlicher Rauchwege, welche mit A zusamm gegossen sind, einlegen. Der Deckel des Füllschachtes A greift mit seinem nach u gerichteten Rande ebenfalls in eine Sandrinne. Die zu erwärmende Luft bewegt nach den gefiederten Pfeilen.

Die Thonöfen werden aus gebrannten Thonkacheln aufgemauert, welche m von innen noch einen Lehmverputz erhalten. Da die Wärmeübertragung von sol Thonplatten nur etwa $^1/_3$ so gross ist als von gusseisernen Platten (S. 70), so mü

Kachelöfen für gleiche Wärmemengen etwa dreimal so gross sein, als eiserne Oefen. las nicht der Fall, so gehen die Gase mit hoher Temperatur in den Schornstein. 1889, 165).

Versuche, welche Verf. an einem 1,2 m breiten und 3 m hohen Kachelofen mit einem atz ausführte (J. 1879, 1259), ergaben, dass bei Steinkohlenfeuerung 40 bis 80 Proc. der me in den Schornstein entwichen, dass somit Kachelöfen für die Wärmeabgabe an die nerluft viel ungünstiger sind als Eisenöfen. Dem entsprechend gingen auch die Gase aus Kachelofen mit durchweg 100⁰ mehr in den Schornstein als aus dem kleinen eisernen Ofen 6), dessen Oberfläche vollständig mit kleinen, vorspringenden Verzierungen bedeckt, für Wärmeabgabe demnach sehr günstig ist. Der Wärmeverlust der Kachelöfen kann allerdings h guten Verschluss der Thüren gemindert werden; wegen der ungleichen Ausdehnung von n und Thon ist aber ein völliger Verschluss wohl kaum zu erreichen. Wird die Luftzufuhr em mit Steinen ausgesetzten eisernen Ofen richtig durch gut schliessende Thüren gehand-, so halten sie die Wärme wohl ebenso lange als die Kachelöfen; jedenfalls lassen sie meist weniger Wärme in den Schornstein gehen als diese, sind daher überall da vorzuziehen, wo Ursache hat, sparsam zu sein.

Feuerluftheizung oder kurzweg Luftheizung unterscheidet sich von gewöhnlichen Ofenheizung wesentlich nur dadurch, dass die Feuerung ausser-, d. h. in der Regel unter den zu heizenden Räumen steht, in welche die den heissen Flächen erwärmte Luft aufsteigt (vgl. J. 1889, 155). Die der heizung gemachten Vorwürfe der „trockenen Luft" sind völlig unbegründet 1887, 211).

Wasserheizung. Wie die schematische Fig. 63 zeigt, steigt das im Kessel A ırmte Wasser im Rohre c bis d auf, wird durch Wärmeabgabe in den Heizkörpern f, he in den zu heizenden Räumen stehen, wieder schwerer fliesst zum Kessel zurück. Bleibt die Leitung an der ısten Stelle bei e offen, so kann kein Dampfüberdruck ent-en und wir haben eine Niederdruckwasserheizung; ie Vorrichtung geschlossen, so dass das Wasser auf 180 bis ⁰ erwärmt wird (Perkins'sche Röhren), so ist es eine hdruckwasserheizung. Bei letzterer können zwar Heizkörper kleiner sein, man hat aber auch die Gefahr einer losion [1]).

Fig. 63.

Dampfheizungen arbeiten ebenfalls mit niedrigem Druck a 0,5 Atm., sogen. Niederdruckdampfheizung) oder hohem Druck (Hochdruckdampfheizung). Bei beiden der Dampf in die Heizkörper geleitet, welche in den zu ırmenden Räumen aufgestellt sind, verflüssigt sich hier durch Abgabe seiner nten (und theilweise auch seiner specifischen) Wärme und das Dampfwasser fliesst Kessel zurück.

Um den Wärmebedarf eines zu erwärmenden (bez. Kältebedarf eines zu lenden) Raumes, sowie die Grösse der Heizflächen zu berechnen, dient die folgende ımmenstellung der stündlichen Wärmeübertragung für je 1 qm Fläche und 1⁰ nperaturunterschied nach H. Fischer [2]) (F) und Redtenbacher (R) für ge-erte, dem Freien zugekehrte Wände.

---

1) Noch mag angeführt werden, dass man sich auch des durch die Erdwärme erwärmten ısers zum Heizen bedient; das warme Wasser artesischer Brunnen wird zum Heizen von ächshäusern, Fabriken u. s. w. benutzt, ebenso das Wasser heisser Quellen, so findet z. B. er katholischen Stadtkirche zu Baden-Baden seit 1867 Warmwasserheizung durch die dortigen, er Nähe entspringenden Thermalquellen (von 67⁰ Temperatur) statt.

2) Handbuch der Architektur, 4. Bd., 2. Aufl. (Darmstadt 1891), S. 123.

Wandstärke in Metern	Backsteinmauern		Bruchsteinmauern	
	F w	R w	F w	R w
0,27	1,66	—	—	—
0,30	—	1,80	2,45	2,00
0,40	1,27	1,37	2,12	1,63
0,50	—	1,17	1,87	1,36
0,53	1,03	—	—	—
0,60	—	1,00	1,68	1,16
0,66	0,86	—	—	—
0,70	—	0,87	1,52	1,01
0,79	0,74	—	—	—
0,80	—	0,77	1,39	0,90
0,90	—	0,70	1,28	0,81
0,92	0,66	—	—	—
1,00	—	0,63	1,18	0,73

Beiderseitig geputzte Bretterwand . . . . . . 1,5 w
Zimmerdecken . . . . 0,5 bis 0,7 „
Fussboden . . . . 0,3 „ 0,5 „
Einfache Fenster . . . . 5,0 „
Doppelfenster . . . . 1,8 „

Stündliche Wärmeüberführung:

Aus Luft oder Rauch dnrch eine etwa 1 cm dicke Thonplatte in Luft . . =
Aus Luft oder Rauch durch eine Wand von Gusseisen . . . . = 10 bis
Aus Luft oder Rauch durch eine eiserne Wand in Wasser und umgekehrt . = 13 „
Aus Wasserdampf durch eine eiserne Wand in Luft . . . . = 11 „
Aus Dampf durch eine metallene Wand in Wasser . . . . = 800 „ 1C
Aus Dampf durch Metallwand in Luft . . . . =

Schlusswort. Alle Sammelheizungen haben den Stubenöfen und Kan gegenüber den grossen Vorzug, dass die Wärmeentwicklung ausserhalb der zu heize Räume stattfindet, dass diese daher frei bleiben von Asche, Russ u. dgl. Sie bedi ferner eine grosse Arbeitsersparung, da für eine grössere Anzahl Zimmer nur e und zwar unmittelbar neben dem Kohlenraume befindliche Feuerung zu bediene mit welcher ausserdem viel leichter eine gute Brennstoffausnutzung erzielt wird al den gewöhnlichen Stubenöfen. Schliesslich ermöglichen alle Sammelheizungen leichter als Stubenöfen eine ununterbrochene Heizung und somit eine gleichmäs Durchwärmung des Zimmers.

Von den Sammelheizungen ist die Feuerluftheizung am billigsten in der An einfach zu bedienen und bewirkt bei kräftigem Luftwechsel eine sehr gleichmä Durchwärmung des Zimmers. Sie ist aber wenig geeignet für die Heizung in w rechter Richtung weit von einander entfernter Räume, weil die warme Luft mög senkrecht aufsteigen soll, so dass das Einbauen in bereits vorhandene Häuser zuw Schwierigkeiten macht. Nur in solchen Fällen sind Wasser- und Dampfheizu vorzuziehen.

Erwähnenswerth ist noch die Heizung mit Leuchtgas. Dieselbe ist sehr angenehm, aber theuer. 1 cbm Leuchtgas entwickelt etwa 53 hw (Wasserd als Verbrennungsproduct; vgl. S. 36). Davon können, wie Verf. gezeigt hat (J. 1 1284) etwa 50 hw ausgenutzt werden. Man rechnet für ein kleineres Zimmer wä des ganzen Winters im Durchschnitt täglich 100 hw. Dazu sind 2 cbm Leuc erforderlich, welche in den verschiedenen Orten 24 bis 50 Pfg. kosten, während bei verständiger Sammelheizung (S. 70) für nur 5 bis 7 Pfg. Kohlen gebraucht

heizung kommt das Eintragen der Kohlen, die vermehrte Arbeit, der unvermeid- Schmutz mit in Frage, sowie die Schwierigkeit eine gleichmässige Temperatur zu en (während die Heizung mit Leuchtgas keine Hülfe der Dienstboten verlangt und Anwendung mehrerer abstellbarer Flammen sehr leicht, namentlich wenn man in kälteren Jahreszeit einige Flammen auch des Nachts brennen lässt, eine nur inner- 2 bis 3° schwankende, angenehme Wärme erzielt werden kann). Man wird daher eine gute Ofenheizung 6 bis 8 Pfg., für die gewöhnlichen Kachelöfen aber 12 Pfg. rechnen müssen [1]).

Gasfeuerungen. Die Gasfeuerungen unterscheiden sich von den gewöhnlichen erungen wesentlich dadurch, dass die Brennstoffe [2]) erst vergast (S. 40), dann ver- nnt werden, dass somit die atmosphärische Luft an zwei verschiedenen Stellen zu- hrt wird. Die zur Vergasung erforderliche (sogen. primäre) Luft tritt meist durch Rost in den Brennstoff, die zur Verbrennung des gebildeten Gases erforderliche en. secundäre) Luft tritt erst in den Verbrennungsraum (vgl. S. 74).

Eine Gasfeuerung für Braunkohle zeigen Fig. 64 und 65. Bei dieser Heupel gebauten Feuerung in der Saline Aussee sind die Sudpfannen Z 17,1 m g, 7,6 m breit, so dass je Heizfläche 130 qm be- t, für welche 3 Genera- n A mit Rosten T und P h der Breite der Sud- nne gleichmässig vertheilt gestellt wurden. Die gelung der Gasentwicke- g geschieht mittels gut iessender Luftklappen in Thüre E vor dem chenraum D. Der Gas- brennungsapparat, wel- r vom Füllschacht A ch eine einfache Gewölbs- te getrennt ist, besteht einem aus feuerfesten Ziegeln hergestellten, nahezu wagerechten Gitterwerk F und dem senkrechten Gitterwerk e, zwischen welchen sich der eigentliche Verbrennungs- m B befindet und in welchen die in den Seitenwandungen des Generators an- brachten Luftkanäle n einmünden. Die im Generator entwickelten Heizgase ge- gen durch das Gitterwerk F in den oben geschlossenen Verbrennungsraum B, wo mit der aus den Luftkanälen n regelbar zuströmenden, in den Ofenwandungen värmten Luft vermengt werden und sich dadurch entzünden. Eine ähnliche Feuerung auf der Saline Rosenheim (J. 1882, 292; 1883, 305).

Fig. 64.

Fig. 65.

Schnitt I-II.

Steht der Gaserzeuger oder Generator nicht unmittelbar unter dem Feuerraum, B. beim Boetius'schen Generator (Fig. 29 S. 39) oder vielen Retortenöfen (S. 78), ist mit der Gasfeuerung zunächst ein Wärmeverlust verbunden (S. 40), der aber

---

1) An die Zimmerheizung durch Reibung oder Elektricität ist nicht ernstlich zu nken, da beide — Dampfmaschinen vorausgesetzt — nur 3 bis 5 Proc. der aufgewendeten irme nutzbar machen (vgl. J. 1882, 1171; 1884, 1332).

2) Das in einigen Gegenden Nordamerikas dem Boden entströmende Naturgas, welches lerdings eine sehr ausgedehnte Anwendung findet (J. 1887, 87) und die als Nebenproduct haltenen Hochofengase (s. Eisen) natürlich ausgenommen.

dadurch wieder ausgeglichen werden kann, dass die Verbrennungsluft, seltener die V[illegible] gasungsluft, durch die Abhitze stark vorgewärmt wird.

Die Vorwärmung der Vergasungsluft kann insofern bedenklich werden, als dadu[illegible] die Temperatur im Gaserzeuger gesteigert wird, somit auch die Einwirkung [illegible] Schlacke auf das Mauerwerk [1]). Sie hat ferner nur dann Werth, wenn die Generatorg[illegible] mit der hohen Temperatur in die Feuerung treten, wenn also Gaserzeuger [illegible] Verbrennungsraum [illegible]sammengebaut sind, o[illegible] wenn die Hitze zur Z[illegible]legung von Wasserda[illegible] bez. Kohlensäure verw[illegible]det wird (S. 43).

Fig. 66.

Fig. 67.

Viel wichtiger [illegible] die Vorwärmung d[illegible] Verbrennungslu[illegible]. Dieselbe wird, nach d[illegible] Vorgange von Fr. S[illegible]mens, dadurch erzi[illegible], dass man die den G[illegible] mit hoher Temperatur [illegible]lassenden Verbrennu[illegible]gase durch ein Gitterw[illegible] von Steinen (Wär[illegible]speicher, Regenera[illegible]) führt und dann du[illegible] Umkehrung der Zugr[illegible]tung durch die glühe[illegible] Steinfüllung die V[illegible]brennungsluft aufstei[illegible] lässt (vgl. auch Fig. [illegible] S. 26). Nach dem zwe[illegible] Verfahren überträgt [illegible] die Wärme der Verbr[illegible]nungsgase durch Tr[illegible]nungswände auf die [illegible]steigende Luft (Fig. [illegible] und 74).

Von einem [illegible] Wärmespeichern d[illegible] ersteren Art versehe[illegible] Siemens'schen Gl[illegible]schmelzofen z[illegible] Fig. 66 einen Län[illegible]schnitt durch die Wa[illegible] und einen Wärmespeicher, Fig. 67 einen Horizontalschnitt nach V-VI durch die Wa[illegible] und Fig. 68 einen Querschnitt nach VII-VIII durch den ganzen Ofen, Fig. 69 den Dur[illegible]schnitt einer Arbeitsstelle. Die vier Wärmespeicher (Regeneratoren) R_1 bis R_4 lie[illegible]

1) Hierbei ist auch die Zusammensetzung der Asche zu berücksichtigen; bei einer basisc[illegible] Schlacke dürfen keine sauren (kieselsäurereichen) Steine, bei saurer Schlacke keine basisc[illegible] Steine verwendet werden; s. Thon.

neben einander und bilden bei gleicher Länge ein zusammenhängendes Ganze mit
Ofen, wodurch der Wärmeverlust durch Leitung und Strahlung geringer wird als
r. Der grössere Theil A der Regeneratoren ist mit Scharmottesteinen ausgesetzt,
urch die Mauer m davon
unte kleinere Theil B
. Dieser der Einlege-
zunächst liegende Theil
t die mechanisch fort-
rten Bestandtheile des
atzes auf, so dass die
setzten Regeneratoren A
bleiben; diese sind
ens von der Rösche C
die Theile B von den
iselklappen W aus leicht
glich. Die Wanne selbst
ein Ganzes, in Folge
n Reparaturen seltener
n. In der geschmolze-
Glasmasse U schwimmen
em den Arbeitsstellen a
Ofens zugewendeten Ende Thonkränze oder Ringe k, während durch den oberen
O des Ofens die Flamme streicht, so dass das Schmelzen des Glases nur von der
fläche aus erfolgt. Der Boden b und die Wände w der Wanne sind wie früher mit
kühlungen e umgeben, in denen mittels der Schornsteine s eine lebhafte Bewegung
r Luft unterhalten wird. Neben Erzielung einer längeren Haltbarkeit des
nenmaterials wird dadurch verhindert, dass das Glas durch die Fugen in die
nter liegenden Wärmespeicher dringen kann. (S. Glas.)

Fig. 68.

Fig. 69.

Angenommen, die Luft trete durch den heissen Wärmespeicher R_1 und Kanal l,
durch die lange Leitung abgekühlte — vgl. S. 40) Generatorgas durch Wärme-
ner R_2 und Kanal g in den Verbrennungsraum O, so entweichen die Verbrennungs-
durch die gegenüberliegenden Kanäle $g\,l$ und Wärmespeicher R_3 und R_4, um an
Scharmottefüllung A derselben den grössten Theil der Wärme abzugeben. Sind
die Füllungen A der Wärmespeicher R_1 R_2 entsprechend abgekühlt, die von R_3
R_4 aber in höchster Hitze, so werden die Schieber umgestellt, so dass nun die Luft
R_4, das Gas durch R_3 eintreten, während die Verbrennungsgase durch die
nespeicher R_1 und R_2 entweichen, um diese auf die frühere Temperatur zu
en. Ist dieses geschehen, so wird wieder umgeschaltet u. s. f.

Als Beispiel der zweiten Art von Wärmegewinnung aus den Verbrennungsgasen
n sich (Fig. 70 bis 74 S. 74 u. 75) die sogen. Münchener Generatoröfen von
. Schilling. Die zur Vergasung der Koks nöthige Luft tritt durch die mit
ber regelbare Oeffnung A ein und mischt sich mit den aus dem Kasten B auf-
nden Wasserdämpfen. Das Gasgemisch durchzieht die Kanäle c bis c_3, erwärmt
an den durch die abziehenden Rauchgase geheizten Kanalwänden, tritt unter dem
D aus und gelangt durch den Aschenraum w in die Brennschicht. Die gebildeten
ratorgase gehen durch den Kanal F zum Ofen und treffen in den Brennern G mit
orgewärmten Luft zusammen. Die Verbrennungsgase durchziehen den Retorten-
n der Richtung der Pfeile, verlassen denselben am Ende des Kanales z und treten
Regenerationsanlage. Die heissen Gase gehen durch die Kanäle o bis o_3, welche
hen den Kanälen n bis n_4 für Vorwärmung der Verbrennungsluft liegen, dann

Schnitt IX-X.

Schnitt I-II

Fig. 71.

Schnitt III-IV.

Fig. 72.

Schnitt V-VI

Fig. 73.

ı Kanal o_4, durch dessen Wände das nach dem Generator ziehende Gemisch von und Wasserdampf erwärmt wird, treten bei *r* unter den Wasserkasten *B* und gen durch *s* in den Rauchkanal *O*. Zur rascheren Uebertragung der Wärme aus Rauchgasen auf die zum Ofen ziehende und zur Erreichung eines festen Auf- s und sicheren Fugenschlusses der sogen. neration sind die einzelnen Kanäle mit hten Steinen durchzogen, welche die ne abgebende Fläche vergrössern. Der hschieber zur Regelung des Schornstein- s befindet sich hinter der Regeneration, hinter dem Ofen, damit der Druck- schied in den neben einander liegenden len möglichst gering gemacht werden kann. Heizfläche des Wasserkastens unter dem rator ist so gewählt, dass die für alle ausreichende Dampfmenge von 1000 bis k erzeugt werden kann, um die Schlacken- ng völlig zu verhindern. Um die Menge ntwickelten Dampfes reguliren zu können, ne stellbare Klappe *P* vorhanden, durch ıe kalte Luft zu den Rauchgasen geleitet so die Temperatur derselben entsprechend ssigt werden kann. Hat sich bei Ver- ung von Koks mit 14 bis 16 Proc. Asche etwa 36 Stunden der Aschenraum *w* mit rennungsrückständen gefüllt, so werden ben in folgender Weise entfernt: Durch effnungen *e*, welche für gewöhnlich dicht hlossen sind, werden Eisenstäbe gesteckt, en im Generator befindlichen Brennstoff fangen. Die Verschlussdeckel *R* und *S* an der Brust des Ofens werden alsdann nommen und die auf dem Rost liegende Asche mit einer Krücke entfernt; alsdann en sämmtliche Putzöffnungen wieder geschlossen. Das im Kasten *B* verdampfte Wasser durch ununterbrochenen Zulauf von *v* aus ersetzt; ein Ueberlauf führt das über- sige Wasser ab. Um ferner bei Inbetriebsetzung des Ofens die Regeneration aus- ten zu können, sind Verbindungskanäle *U* angebracht, durch welche die Rauchgase em Ofen direct in den Rauchkanal abgeleitet werden können.

Fig. 74.

Schnitt VII·VIII.

Derartige Oefen sind seit 1881 auf der Gasanstalt München in Betrieb. Bei einer Batterie von n wurde die Menge der destillirten Kohle (Saarkohle mit 10 Proc. Plattenkohle), das Gewicht r Heizung verbrauchten Koks und die erzeugte Gasmenge ermittelt, und zwar einige Monate der Inbetriebsetzung im October 1881 und am Schluss des Betriebes im Febr. und März 1882.

Gasausbeute für den Ofen in 24 Stunden	2300	cbm
Kohlen destillirt in 24 Stunden in 8 Retorten	7350	k
Koksverbrauch für jeden Ofen in 24 Stunden	800	„
Gasausbeute auf jede Retorte in 24 Stunden	287	cbm
Gasausbeute für Ofen und Ladung in 4 Stunden	383	„
Gasausbeute auf 100 k Kohlen	31	„
Kohlen destillirt auf 1 Retorte in 24 Stunden	919	k
Kohlen destillirt für Retorte und Ladung	153	„
Koksverbrauch (mit 14 Proc. Asche) auf 100 k destillirte Kohlen	10,9	„
Koksverbrauch (mit 14 Proc. Asche) auf 100 cbm Gas	34,8	„

Diese letztere Art der Wärmewiedergewinnung hat den Vorzug vor der erst[illegible] dass nicht alle 1/4 oder 1/2 Stunden die Zugrichtung umgestellt zu werden brauch[illegible] ist aber darauf zu achten, dass die Scheidewände zwischen den Kanälen für Luft[illegible] Verbrennungsgase dicht sind, damit hier keine störenden Mischungen stattfinden.

Die Gasfeuerungen haben sich namentlich bewährt im Hüttenwesen (s. d.), Schmelzen von Glas (s. d.), Brennen von Thon und Cement (s. d.), überhaupt da[illegible] hohe Hitzegrade erforderlich sind.

Dissociation der Verbrennungsgase. Ueber die in Feuerungen, name[illegible] Gasfeuerungen mit Wärmespeichern, erzielbaren Wärmegrade werden die verschiedenste[illegible] gaben gemacht; namentlich wird behauptet, dass die Grenze der Hitze nach oben durc[illegible] Dissociation der Kohlensäure und des Wasserdampfes bedingt sei.

Zuerst berechnete Bunsen aus den bei der Explosion von je 18,5 cc Knallgas beobach[illegible] Drucken, dass sowohl beim Kohlenoxydknallgase wie auch beim Wasserstoffknallgas nur [illegible] Gemenges sofort verbrennt; beim Sinken der Temperatur sollen sich auch die übrigen 2/[illegible] binden, aber erst bei 1146° der letzte Antheil des Gases verbrennen. (Gasom. S. 325.)

Diese Berechnungen setzen voraus, dass die spec. Wärme von Kohlensäure und W[illegible] dampf für alle Wärmegrade dieselbe bleibt. Nun haben aber bereits Regnault und Wi[illegible] mann gezeigt, dass die Eigenwärme der Kohlensäure und anderer zusammengesetzter Gas[illegible] 210°) zunimmt. Nach Mallard und Lechatelier ist die Eigenwärme von Kohlensäur[illegible] Wasserdampf bei 2000° etwa zweimal so gross wie bei 200°, für Stickstoff, Sauerstoff und Ko[illegible] oxyd etwa 1½mal so gross als unter 200°. Auch Berthelot und Vieille bestätige[illegible] Zunahme der Eigenwärme für Kohlensäure und Wasserdampf, so dass diese Berechnungen [illegible] mehr als Beweise für die Dissociation von Kohlensäure und Wasserdampf gelten können.

Nach Deville zerfällt Wasserdampf bei 2500° völlig in Wasserstoff und Sauerstoff; [illegible] Langer und V. Meyer wird Kohlenoxyd bei 1700° zum geringen Theile zersetzt $2CO = CO_2 + C$, Kohlensäure kann aber in Platingefässen auf 1700° erhitzt werden, oh[illegible] zerfallen. Nach Mallard und Lechatelier's neuen Versuchen ist aber bei der Verbrenn[illegible] temperatur des Wasserstoffknallgases in geschlossenem Raume (3480°) keine nennensw[illegible] Dissociation des Wasserdampfes zu bemerken. Kohlensäure zeigte bis 2000° keine Spu[illegible] Zersetzung; erst bei der Verbrennungstemperatur des Kohlenoxydknallgases (3200°) zer[illegible] etwa 30 Proc. Kohlensäure.

Für die industriellen Feuerungsanlagen ist somit dieser Zerfall der Verbrennungsgase[illegible] nennenswerthe Bedeutung. Selbst wo es sich um ausnahmsweise hohe Temperaturen ha[illegible] z. B. beim Schmelzen von Platin (1780°), beträgt die Dissociation höchstens wenige Pro[illegible] Bevor daher die Grösse dieses Zerfalles unter verschiedenen Verhältnissen genau festgestel[illegible] braucht sie für praktische Zwecke kaum irgendwie in Betracht gezogen zu werden. Auch [illegible] einigermaassen zutreffende Berechnung der Verbrennungstemperaturen ist leider so[illegible] nicht ausführbar, als nicht die spec. Wärmen der bezüglichen Dämpfe, sowie die etwa mög[illegible] Dissociation genau bekannt sind. An eine unmittelbare Bestimmung der Verbrenn[illegible] temperaturen ist bekanntlich gar nicht zu denken (J. 1887, 167).

Freie Flammenentfaltung. Friedr. Siemens behauptet, zur [illegible] brennung von Gasen mit Luft seien grosse Räume erforderlich, jede Berührung [illegible] Gasgemisches mit festen Körpern störe die Verbrennung. Die entwickelte Wärm[illegible] von der leuchtenden Flamme nur durch Strahlung auf die zu erhitzenden K[illegible] übertragen werden (vgl. J. 1889, 126).

Diese Behauptung ist unrichtig, da feste Körper die Verbrennung nur dann stören, [illegible] sie die Flamme abkühlen, während glühende, feste Körper nicht stören, wie die tägliche E[illegible] rung bei Ziegelöfen u. dgl. zeigt (vgl. J. 1889, 128).

Es ist ferner unrichtig, dass die Wärmeübertragung nur durch die Flammenstrahlung [illegible] findet. Nach Helmholtz (J. 1890, 195) werden beim Verbrennen in 6 mm dicker Flamm[illegible] der gesammten Verbrennungswärme in Strahlung umgesetzt (Mittelwerthe):

	Hell Proc.	Entleuchtet Proc.
Wasserstoff	3,61	
Kohlenoxyd	8,74	
Methan	6,17	5,15
Aethylen	11,5	5,12
Leuchtgas	8,5	5,12
Erdöl	18,2	—

Besonders beachtenswerth ist das hohe Strahlungsvermögen des Kohlenoxydes, welches noch r ist, als das der leuchtenden Leuchtgasflamme. Nichtleuchtende Kohlenwasserstoffflammen nur 5,1 Proc. ihres Brennwerthes in Strahlung um. Bei nichtleuchtenden Flammen steigt rahlungsvermögen mit dem Durchmesser der Flamme.

Zu berücksichtigen ist, dass Gase ihre eigenen Strahlen zurückhalten. Nach Rosetti ist eine Leuchtgasflamme von 1 m Dicke für ihre eigenen Strahlen undurchlässig. Nach yndall'schen Versuchen über das Absorptionsvermögen der Kohlensäure für die Strahlen hlenoxydflamme kann in den mehrere Meter weiten Oefen so gut wie keine Strahlung von Seite des Flammenraumes zur anderen gelangen.

Viel bedeutender ist die Strahlung des glühenden Gewölbes. Angenommen für einen Glas- das Ofengewölbe und das Glas strahlte nur wie blankes Platin[1]), also nach Weber- iermacher 6mal schlechter als ein schwarzer Körper; dann ist der Absorptions- ient $^1/_6$ oder Gewölbe und Glas reflectiren $^5/_6$ der zugestrahlten Wärme. Nun sei das Ge- auf 1300° erwärmt, d. h. um 100° höher als die durch das Schmelzgut auf 1200° gehaltene isse. In diesem Fall strahlt 1 qc des Gewölbes etwa 0,8 w mehr als 1 qc des Glases. man nach Helmholtz ε_1 die Strahlung des Gewölbes, ε_2 die der Glasfläche für 1 qc, t eine Betrachtung der Hin- und Herstrahlungen und Reflexionen, dass das Glas für 1 qc mt die Wärme:

$$\frac{a\,(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)}{1 - (1-a)^2} \text{ also } \frac{^1/_6 \, . \, 0{,}8}{1 - {^{25}/_{36}}} \text{ w} = 0{,}43 \text{ w}$$

ie ganze Glasfläche von 65 qm nimmt auf: 65 . 10 000 . 0,43 = 280 000 w. Das ist aber viel mehr, als zur Schmelzung des Glases verbraucht werden kann. Hätte man das Strah- ermögen eines schwarzen Körpers angenommen, so würde man sogar 3,1 Millionen w als hlung zur Glasfläche erhalten, also 7mal mehr als überhaupt die verfügbare Verbrennungs- e beträgt, d. h. eine Ueberwärmung von 100° wäre dann überhaupt unmöglich und eine von 6° würde schon genügen, um die Schmelzwärme zu liefern. Die wirklichen Strah- ermögen von Glas und Gewölbe liegen wahrscheinlich etwa in der Mitte zwischen beiden men. Es zeigt das Beispiel, mit wie ungeheuren Beträgen von Strahlung in jenen hohen raturen und bei so grossen Flächen eine verhältnissmässig kleine Ueberhitzung des Ofen- es in die Rechnung eingeht. So viel ist sicher, dass für einen in den Ofen gebrachten Körper die Strahlung des Gewölbes viel wesentlicher in Betracht kommt, als die der me. Denn aus der Strahlung der Wand schneidet die Flamme nur die Kohlensäure- n heraus und sendet dafür selbst welche aus, zwar wahrscheinlich mehr, als sie absorbirt er im Ganzen muss dieser Theil doch klein sein gegen das continuirliche Energiespectrum ındung.

Leuchtgas.

Geschichte. Schon in den Jahren 1727 bis 1739 beobachteten Clayton und Hales ıtweichen von Gas beim Erhitzen von Steinkohlen; später (1767) zeigte der Bischof laff, dass sich die brennbare Luft durch Röhren überall hinleiten lasse; Professor l in Würzburg benutzte schon im J. 1786 aus Knochen erzeugtes Gas zur Beleuchtung im Garten des Juliushospitals befindlichen Laboratoriums. Ungefähr um die nämliche ellte Dundonald auf seinem Landsitze Culross-Abtei Versuche zur Anwendung des hlengases an. Bei Gewinnung von Steinkohlentheer als Nebenproduct der Koksbereitung die Arbeiter in die Kühlvorlage, in welcher sich der Theer absetzt, eiserne Röhren ein- t und pflegten das aus diesen Röhren entweichende Gas des Nachts anzuzünden und die e des Gases zur Beleuchtung zu benutzen. 1792 beleuchtete Murdoch sein Haus und

[1]) Es strahlt 1 qc Platin nach Weber:

bei	800°	0,164 w
„	900°	0,279 „
„	1000°	0,465 „
„	1100°	0,771 „
„	1200°	1,27 „
„	1300°	2,09 „
„	1400°	3,42 „
„	1500°	7,00 „

Für eine schwarze Fläche dagegen — nämlich Platin mit Kupferoxydul bedeckt — ist hlung ungefähr 6mal grösser.

seine Werkstätte zu Redruth in Cornwall mit aus Steinkohlen erhaltenem Gase. Le
erleuchtete 1801 mit einem aus Holz gewonnenen Gase seine Wohnung nebst Garten. Die
Gasbeleuchtung im Grossen wurde 1802 von Murdoch in der Maschinenfabrik von Wat
Bolton in Sohofoundry bei Birmingham und 1804 in einer Spinnerei zu Manchester ausgef
Anfangs wurde die neue Beleuchtungsart nur in Fabriken und ähnlichen Anlagen angewe
im J. 1812 wurden Londons Strassen mit Gas beleuchtet. Im J. 1824 wurde in Hannover die
beleuchtung eingeführt, dann folgten die anderen Städte des Festlandes. — Das auf Vors
Pettenkofer's in München und einigen anderen süddeutschen Städten eingeführte Leuc
aus Holz ist durch Steinkohlengas verdrängt. — Für kleinere Anlagen ist das Oelgas wi

Leuchtgas aus Steinkohlen. Steinkohlen werden in Retorten, w
früher aus Eisen, jetzt aus Scharmotte hergestellt werden, auf Weissglut erhitzt
dadurch entgast (S. 34). Zur Feuerung werden die Entgasungsrückstände (Gasl
verwendet, welche früher allgemein auf gewöhnlichen Rosten verbrannt wurden.
etwa 20 Jahren sind diese Feuerungen verbessert, so dass der Brennstoffverbrauc
etwa die Hälfte ermässigt ist.

Bei der Rostfeuerung, oder besser Halbgasfeuerung, von J. Hasse
M. Vacherot werden die Brennstoffe durch die mit luftdicht schliessender Th
(Fig. 75 bis 77) versehene Oeffnung B auf den Rost A gebracht. Schlacke und A
werden durch die ebenfalls luftdicht schliessende Thür E entfernt. Sind beide Th
geschlossen, so tritt die Verbrennungsluft, durch Schieber F geregelt, rechts und
bei G in den Ofen ein, durchstreicht die Kanäle H in der Richtung der Pfeile
gelangt durch die Schlitze J von rechts und links unter den Rost. Wo es die Ve
nisse gestatten, kann die Luft auch unter den Rauchkanälen M und N eingeführ

Fig. 75.

Fig. 76.

von da nach den Kanälen H geleitet werden. Die Verbrennungsgase gehen, na
sie den Ofen gleichmässig durchstrichen haben, in dem Rauchkanale K von vorn
hinten, in L nach unten, in M von hinten nach vorn und in N von vorn nach hinte
Schornsteinkanale. Auf diesem Wege geben die abgehenden Rauchgase einen g
Theil ihrer Wärme sowohl an die durch die Luftkanäle H strömende Verbrennun
als zur Verdampfung des Wassers in den unter dem Roste befindlichen Kasten
welcher mit Wasser gefüllt ist. Da der Brennstoff in einer hohen Schicht auf de
gebracht und auch in solcher erhalten wird, so tritt eine vollständige Verbrennung
ein; es soll sich vielmehr ein nennenswerther Procentsatz Kohlenoxyd bilden, zu
Verbrennung eine weitere Zuführung von Luft nöthig ist. Diese sogen. sec

ennungsluft tritt auf der Rückseite des Ofens bei P ein, woselbst die Zuströmung Luft durch den Schieber Q zu regeln ist; dieselbe durchströmt in der Richtung feile die Luftkanäle R und gelangt durch den Schlitz S zu dem vom Verbrennungs- kommenden Gase. Die Erwärmung der Kanäle R erfolgt durch die Ausstrah- les sie umgebenden Mauerwerkes. Die Kanäle H können auch mit den Kanälen art verbunden werden, dass die Luft erst die Kanäle H durchstreichen muss, ehe die Kanäle R gelangt.

Bei dem mit Gasfeuerung versehenen Retortenofen von Stedman , wie die Fig. 78 und 79 andeuten, die Verbrennungsgase von A bis E, bez. bis e, nach unten zum Schornstein. Die Verbrennungsgasluft tritt beiderseits

Fig. 77.

Fig. 78.

ein, durchzieht die Kanäle 1 bis 6 und tritt bei r in die Koksschicht. Die ennungsluft tritt bei I ein, geht durch Kanäle II bis V und trifft bei VI auf eneratorgase. (Vgl. J. 1880, 878; 1882, 1106.)

Bewährt haben sich ferner die Oefen von Liegel (J. 1882, 1104; 1883, 1263) Klönne (J. 1883, 1263; 1884, 1287), welche den Generator ebenfalls in den einbauen.

Die Oefen von Hasse und Didier (J. 1886, 1127) haben viel Aehnlichkeit en Münchener Oefen (S. 74). Die bei P (Fig. 80 und 81 S. 80) eintretende Ver- gsluft wird in Kanälen des Mauerwerkes des ausserhalb des Ofens liegenden rators vorgewärmt. Die bei S eintretende Verbrennungsluft steigt in den Kanälen während die Verbrennungsgase aus dem Ofen durch die Kanäle CO_2 nach unten , dabei auch die zur Entwicklung von Wasserdampf im Gefässe D erforderliche ne geben. Der Dampf tritt unter den Rost des Generators.

Die Generatorgase aus zwei Oefen nach Hasse und Didier (I, II) und einem ener Ofen (III) hatten nach Versuchen des Verf. (J. 1885, 1266) im Durchschnitt folgende mensetzung:

	I	II	III
Kohlensäure . . .	6,05	6,30	8,61
Kohlenoxyd . . .	25,82	27,54	22,40
Methan	0,65	0,50	0,90
Wasserstoff . . .	9,42	11,04	14,22
Stickstoff	58,06	54,62	53,87
	100,00	100,00	100,00

1 k Koks mit 93 Proc. Kohlenstoff gibt demnach cbm:

	I	II	III
Kohlenoxyd . . .	1,37	1,38	1,21
Methan	0,03	0,03	0,05
Wasserstoff . . .	0,50	0,55	0,77
Kohlensäure . . .	0,32	0,32	0,46
Stickstoff	3,08	2,74	2,91
	5,30	5,02	5,40

Der Brennwerth dieser Generatorgase ist somit nicht erheblich verschieden, wenglei Münchener Ofen (S. 74) mehr Wasser zersetzt wird. Die Untersuchung der Verbrennung ergab im Durchschnitte:

	I	II	III
Kohlensäure . . .	17,5	17,9	18,0
Kohlenoxyd . . .	Spur	0	Spur
Sauerstoff	2,5	2,4	1,9
Stickstoff	80,0	79,7	80,1
Temperatur unten .	590°	610°	398°
„ oben .	710°	725°	520°

Dass die Gase die Regeneration des Münchener Ofens nur mit 400° verlassen, erklär aus der Art des Wassergefässes, gegenüber dem geschlossenen Verdunstungsgefässe

Fig. 79.

Fig. 80.

Fig. 81.

Hasse-Didier'schen Generator. In allen Fällen nehmen die Gase von dem Ende der neration unter dem Ofen bis da, wo der Schornstein oben auf dem Ofen herausragt, erhe Wärmemengen auf, so dass es vortheilhafter sein würde, die Abzugskanäle seitlich ausse des Ofens zu legen.

Während die gewöhnlichen Rostfeuerungen auf je 100 k Kohlen 20 bis 30 k Koks erfo genügen für die Generatorgasfeuerungen 10 bis 12 k Koks.

Der Leuchtgasofen mit schiefliegenden Retorten von A. Co auf der Gasanstalt in Rheims in folgender Ausführung im Betriebe. In jedem liegen 9 Retorten *r* (Fig. 82 u. 83) unter einem Winkel von 30°, so dass die aus I wagen von oben eingeschütteten Kohlen gleichmässig herunterrutschen, ohne den u Theil der Retorten ganz zu füllen. Nach der Entgasung wird der Koks leich der unteren Oeffnung entfernt. Das in Generatoren *G* erzeugte Generatorgas trit der in Wärmesparern (Regeneratoren) *R* erhitzten Verbrennungsluft aus 15 Bre öffnungen *e*, welche in 15 Reihen stehen, in den Ofen, die Verbrennungsgase ums die auf lothrechten Stützen ruhenden Retorten und entweichen nach unten durc

nesparer zum Schornstein. — Ein Doppelofen mit 18 Retorten liefert in 24 Stunden 8 t Kohlen (für Retorte und Ladung 166 k) 5400 cbm Leuchtgas. Zur Unterung sind für 100 k e 13,3 k Koks errlich, zur Bedienung Doppelofens gen 4 statt sonst 6 Ar-. (J. 1885, 1263; , 107; 1893, 74.)

Auch in Deutsch- haben sich diese n mit schief liegen- Retorten überall bet (J. 1895, 46). Vor n ermöglichen es die Oefen, das Retorten- sehr viel einfacher billiger herzustellen isher. Das Retorten- beschränkt sich auf leichte Eisen- und n- oder Eisen- und entconstruction, die auf die Kohlen- lter stützt und sich ng wie möglich an die Oefen lliesst. Die beiden Ofenreihen ler höheren Seite einander zuhrt, und an den beiden Schmaln durch eine leichte Blech- oder erwand mit einander verbunden, n gewissermaassen einen offenen aum und gewähren so dem er auf der oberen Galerie die ne Luft, die er so dringend g hat, ohne ihn dem Zuge usetzen. Die Leute an der ren Seite der Retorte haben e schwere Arbeit zu verrichten. arbeiten daher besser und nehmer im Freien, als unter n[1].

Fig. 82.

Fig. 83.

Theervergasung. Bäcker ehlt, Theer mit Koksabfall gemischt e Retorten zu bringen (J. 1888, 86; 1889, 52; 1895, 50). Dinsmore führt das ebenlete Gas durch eine glühende Retorte, um den beigemischten Theer zu vergasen. Die chten über die praktische Brauchbarkeit dieses Verfahrens sind sehr verschieden[2].

1) Vgl. Ferd. Fischer: Chemische Technologie der Brennstoffe (Braunschweig 1899).

2) Vgl. J. 1888, 82; 1889, 53; 1890, 109.

Theerfeuerung. Bei niedrigen Theerpreisen [1]) ist es für manche Gasansta vortheilhaft, den Theer zu verbrennen. Der Theer hat einen Brennwerth von 8 bis 9000 w und wird durch Pressluft oder Dampf fein zerstäubt in die Feuerung geblasen. Der Körting'sche Zerstäuber (Fig. lässt z. B. den Dampf aus 4 Löchern von 1 Durchmesser ausströmen. Bei 3 Atm. Span lassen diese Löcher stündlich 5,4 k Dampf du um 30 k Theer zu zerstäuben.

Fig. 84.

Beim Austritt aus den Löchern nimmt der Damp Temperatur von 100° an, wird nun auf die Ofentempe erhitzt, gibt wieder Wärme an die Retorten ab und lässt den Ofen mit etwa 1000°. Er verursacht also e Wärmeverlust, welcher der Temperaturerhöhung Dampfes von 100° auf 1000°, also von 900° entsp Dampf hat eine spec. Wärme von 0,475, d. h. um Dampf um 1° zu erwärmen, sind 0,475 w erforderlich. 5,4 k um 900° zu erwärmen, sind also $5{,}4 \times 900 \times 0{,}475$ erforderlich = 2308,5 w. Er werden in dieser Zeit von den verbrannten 30 k Theer etwa 260 000 w. Durch den D gehen davon also noch nicht 0,9 Proc. verloren. Auf der Gasanstalt in Hannover wurde mit 13,5 k Theer 100 k Kohle entgast. — Zuweilen lässt man den Theer auch in den Gene einfliessen. Augenblicklich (1898) wird das Verfahren der Theerpreise wegen wohl nir angewandt.

Rohgas. Wie bereits S. 32 angegeben, ist die Zusammensetzung der Erhitzen der Steinkohlen erhaltenen flüchtigen Stoffe ungemein wechselnd, je nach Höhe und Dauer der Erhitzung (S. 33) und der Beschaffenheit [2]) der Kohlen.

Die Pariser Gasgesellschaft (J. 1887, 98) hat auf dem Gaswerke zu La Vi mit 59 verschiedenen Gaskohlen Destillationsversuche ausgeführt, über welche Dev (J. 1889, 30) berichtet. Sämmtliche Kohlensorten wurden in 5 Klassen getheilt von folge Elementarzusammensetzung:

Typen	I	II	III	IV	V
Kohlenstoff	78,47	78,48	76,85	72,93	67
Wasserstoff	4,49	4,85	4,83	4,84	4
Sauerstoff und Stickstoff	5,83	6,91	7,80	9,71	10
Hygroskopisches Wasser	2,17	2,70	3,31	4,34	6
Asche	9,04	7,06	7,21	8,18	10
	100,00	100,00	100,00	100,00	100
Gehalt der Rohkohle an Kohlensubstanz (nach Abzug von Wasser und Asche):	88,79	90,24	89,48	87,48	83
Zusammensetzung der Kohlensubstanz:					
Kohlenstoff	88,38	86,97	85,89	83,37	81
Wasserstoff	5,06	5,37	5,40	5,53	5
Sauerstoff	5,56	6,66	7,71	10,10	11
Stickstoff (angenommen)	1,00	1,00	1,00	1,00	1
	100,00	100,00	100,00	100,00	100
Verkokungsprobe der Rohkohle:					
Flüchtige Bestandtheile	26,82	31,59	33,80	37,34	39
Koks	73,18	68,41	66,20	62,66	60

---

1) 100 k Theer kosteten im J. 1883 5,5 bis 6 Mark, dann etwa 2 Mark (vgl. J. 1886, 1887, 205).

2) Krämer (J. 1887, 113) glaubt, die Steinkohlen seien Anhydride hochconden Glycole und Glycolsäuren und deren Oxy- und Amidoabkömmlinge.

Berechnet man das Wasser, welches dem Sauerstoffgehalt der Kohlensubstanz entspricht, fallen die obigen flüchtigen Bestandtheile auf asche- und wasserfreie Substanz bezogen in:

	I	II	III	IV	V
ınetes Wasser	6,25	7,49	8,67	11,36	13,16
:ige Kohlenstoffverbindungen . .	23,23	26,39	27,75	29,30	30,83
	29,48	33,88	36,42	40,66	43,99
:hwefelgehalt ergab sich zu . . .	0,77	1,06	1,18	1,02	1,04

Mit dem Sauerstoff nimmt das hygroskopische Wasser und die Menge der flüchtigen ıdtheile zu. Im Folgenden sind die Resultate der Destillation obiger Kohlentypen :nengestellt.

	I	II	III	IV	V
	cbm	cbm	cbm	cbm	cbm
ıs 100 k Kohle . . .	30,13	31,01	30,64	29,72	27,44
, 100 „ flüchtigen Be- standtheilen der Kohlen- substanz	33,13	33,37	33,07	32,59	30,75
Gasproduction in den einzelnen Destillationsperioden:					
des gesammten produ- cirten Gases:					
er 1. Stunde	24,9	25,0	24,7	24,1	23,4
„ 2. „	29,9	28,4	29,2	29,6	26,9
„ 3. „	28,8	28,6	29,8	29,4	29,0
„ 4. „	16,4	18,0	16,3	16,9	20,7
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
ratur des Ofens[1]) . . .	1326,7°	1328,3°	1312,3°	1282,3°	1222,6°
Zusammensetzung und Leuchtkraft des Gases:					
ısäure	1,47	1,58	1,72	2,79	3,13
ıoxyd	6,68	7,19	8,21	9,86	11,93
rstoff	54,21	52,79	50,10	45,45	42,26
gas und Stickstoff . . .	34,37	34,43	35,03	36,42	37,14
:tische Kohlenwasserstoffe	0,79 } 3,27	0,99 } 4,01	0,96 } 4,94	1,04 } 5,48	0,88 } 5,54
re Kohlenwasserstoffe[2]) .	2,48	3,02	3,98	4,44	4,66
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
ıtische Kohlenwasserstoffe für 1 cbm Gas	29,67	37,02	35,96	38,94	33,02
Gewicht des Gases . .	0,352	0,376	0,399	0,441	0,482
rbrauch für 1 Carcel Liter	132,1	111,7	103,8	102,1	101,8
ıenge (Carcel) aus 100 k le	227	278	295	291	269

Bei der Gasentwicklung in den einzelnen Destillationsperioden zeigt sich bei den ver- ıenen Typen kein grosser Unterschied. Dagegen spricht sich in der Zusammensetzung des der Einfluss des Sauerstoffes deutlich aus, da bei wachsendem Sauerstoff eine Zunahme ohlensäure und Kohlenoxyd, eine Abnahme von Wasserstoff und eine Zunahme von

1) Mit Calorimeter bestimmt. Die Grade entsprechen nicht absolut denen des Luft- ometers, sondern dienen nur zum gegenseitigen Vergleich.

2) Unter „schwere Kohlenwasserstoffe“ sind stets die ungesättigten Kohlenwasserstoffe der ihe verstanden.

Sumpfgas stattfindet. Die aromatischen Kohlenwasserstoffe hingegen bleiben auffallend g während die schweren Kohlenwasserstoffe zunehmen. Die Leuchtkraft nimmt mit dem S stoff zu, jedoch durchaus nicht proportional dem Gehalt des Gases an Kohlenwasserstoffen Umstand, der wahrscheinlich der gleichzeitigen Zunahme an Kohlensäure zuzuschreibe Der Verlust an Leuchtkraft durch Kohlensäure ergab sich aus einer Reihe von Versuchen g proportional dem Gehalt des Gases an Kohlensäure und zwar zu 2,73 Proc. für 1 Proc. Ko säure im Gas. Für den Stickstoff ergab sich ein Verlust an Leuchtkraft von 1,8 Proc. für 1 Stickstoff im Gas. Die Lichtmenge, welche von 100 k Kohlen geliefert wird, d. h. der Qu aus der Gasausbeute und der zur Erzeugung von 1 Carcel nöthigen Gasmenge ist am beste III und IV; diese Kohlen sind auch sonst die besten Gaskohlen.

Nebenproducte.

		I	II	III	IV	V
Koks aus 100 k Kohle	hl	1,970	1,966	1,778	1,696	1,
Gewicht von 1 hl Koks	k	36,3	34,4	36,5	35,9	35,
Koks aus 100 k Kohle	k	71,5	67,6	64,9	60,9	57,
Koksstaub für 100 k Koks		11,09	9,71	12,64	15,94	20,
Condensationsproducte:						
Theer aus 100 k Kohle	k	3,902	4,652	5,079	5,478	5,
Gaswasser aus 100 k Kohle	k	4,584	5,567	6,805	8,616	9,
		8,486	10,219	11,884	14,094	15,

Die Koksausbeute nimmt mit der Sauerstoffzunahme ab, die Condensationsproducte ne dagegen zu. Unabhängig vom Sauerstoffgehalt sind die aromatischen Kohlenwasserstoffe Schwefelgehalt der Kohle und der Aschengehalt der Kohle. — Die Kohlen vom Typus III die besten Gaskohlen. Sie liefern reichliches und gutes Gas und guten Koks. Die Kohler Typus I und II geben viel Koks, dagegen ein schlechtes Gas. Typus IV und V gibt ein Ga oft sehr grosser Leuchtkraft, jedoch wenig und schlechten Koks.

Um den Einfluss der Destillationstemperatur zu prüfen, wurden Versu einer kleinen Laboratoriumsretorte aus Scharmotte angestellt, die in einem Perrotofen e wurde. Es wurden 500 bis 600 g Kohlen destillirt. Die Mittel aus den Versuchen sind folgenden Tabelle zusammengestellt.

Bezeichnung		Destillation bei dunkel Rothglut	Destillation bei hell Rothglut
Gesammte destillirte Kohlenmenge	k	22,200	20,3
Gewicht einer Ladung	g	600	50
Mittlere Dauer einer Destillation	Min.	34	2
100 k Kohlen geben Gas	cbm	19,71	28,7
100 „ „ „ Theer	k	8,78	4,9
Vol.-Proc. Kohlensäure im Gas		4,3	3,0
Schwere Kohlenwasserstoffe (ausser Benzol)		6,73	5,3
Aromatische Kohlenwasserstoffe bei — 22° condensirt	g	10,725	15,5
Constante	g	23,500	23,5
Summe	g	34,225	39,0
Aromatische Kohlenwasserstoffe aus 100 k Kohle	g	0,674	1,1
Schwere Kohlenwasserstoffe aus 100 k Kohle	l	1326	143

Die Menge der aromatischen Kohlenwasserstoffe im Gas wächst also mit der Destilla temperatur. Dagegen wechseln die Benzolmengen im Theer derart, dass sie mit denen i trotzdem das Gleichgewicht wieder herstellen können. Die aromatischen Kohlenwasse vertheilen sich wie folgt:

Für 100 k Steinkohle	Bei niederer Temperatur k	Bei hoher Temperatur k
s	0,674	1,125
eer	0,175	etwa 0,050
	0,849	1,175

Die Temperaturerhöhung bewirkte sonach eine Zunahme von 0,326 k. — Es wurde gezeigt, ie ersten Kohlentypen I und II viel reicher an Benzol sind, als IV und V. Ebenso ist das welches bei hoher Temperatur erzeugt wird, viel reicher an aromatischen Kohlenwasser-, und diese wiederum viel reicher an reinem Benzol, als das bei niederer Temperatur te Gas, wie folgende Tabelle zeigt.

Bezeichnung	Kohlenwasserstoffe bei dunkel Rothglut Proc.	Kohlenwasserstoffe bei hell Rothglut Proc.
unkt zwischen 80 und 90°	39,76	57,6
„ 90 „ 105°	28,10	20,9
„ 105 „ 140°	27,10	16,8
über 140°	5,04	1,7

Dieser Unterschied spricht sich auch in der Leuchtkraft aus, indem die Lichtgebung von r aromatischen Kohlenwasserstoffe in den bei hoher Temperatur erzeugten Gasen viel r ist, als in denen, welche bei niederer Temperatur entstehen.

Der Verlauf der Entwickelung der aromatischen Kohlenwasserstoffe während der einzelnen illationsperioden wurde sowohl im Gas nach den Condensationsapparaten, als direct Retorte geprüft. Folgende Schaulinien (Fig. 85) zeigen diesen Verlauf:

Die ausgezogene Curve stellt den Verlauf der Bildung aromatischer Kohlenwasserstoffe in n für 1 cbm Gas, die punktirte Curve den der schweren Kohlenwasserstoffe in Volumten dar. Man kann den Verlauf der Curven erklären, wenn man mit Berthelot an-, dass mit steigender Temr in der Retorte die schweren nwasserstoffe auf einander ken und das Benzol bilden. Benzol erreicht auf diese nach 30 bis 45 Minuten Höchstwerth, welcher sich Mitte der Destillation ziemhält. Versuche mit höheren eraturen ergaben, dass, wenn bereits gereinigtes Gas vom n der Destillation, am Fabrisgasmesser entnommen, ereine nur sehr geringe Verng zu bemerken ist. Bei Ueberhitzung des Gases, wie der Retorte kommt, zeigt n, dass im Allgemeinen das widerstandsfähiger gegen zung ist, wie die anderen nwasserstoffe.

Fig. 85.

Die schottischen Cannelkohlen, die Boghead-Cannelkohlen Schottlands, sowie die alian-Kerosene-Shale oder Boghead-Cannelkohlen, welche als Brennstoff unhbare Rückstände liefern, werden in der Leuchtgasfabrikation fast ausschliesslich ufbesserungsstoffe für das aus den gewöhnlichen Steinkohlen erzeugte

Gas verwendet. Die Mengen dieser Zusätze schwanken von 5 bis 50 Proc Kohlengewichtes. Nach Versuchen von Schiele (J. 1887, 99) ergaben sich fol Ausbeuten:

	Gas aus 100 k Kohlen cbm	Leuchtkraft von 150 *l* des Gases	Koks aus 100 k Kohl
Gaskohlen			
Saargebiet	26,0 bis 30,6	15,0 bis 22,5	63 bis 66
Westfalen	23,6 „ 31,6	14,5 „ 21,9	60 „ 80
Zwickauer	24,8 „ 25,6	14,3 „ 15,8	64 „ 70
Böhmen	25,0 „ 27,8	12,8 „ 21,1	58 „ 69
Plattenkohlen			
Böhmen	27,4 „ 36,4	22,8 „ 46,2	51 „ 60
Deutsche	28,3 „ 31,7	18,1 „ 24,5	65 „ 70
Cannelkohle			
Schottische	30,4 „ 35,2	18,1 „ 43,4	30 „ 65
Bogheadschiefer			
Schottisch	29,2 „ 38,8	26,3 „ 62,6	23 „ 62
Australier	39,5 „ 41,5	48,0 „ 53,6	30 „ 36

Besonders in England geschieht die Aufbesserung durch schott Schieferöl bez. Oelgas (J. 1893, 85), in Deutschland oft mit Benzol (S. 92).

Von dem Stickstoff der Kohle werden nach Schilling (J. 1887, 105) 1 17 Proc. als Ammoniak entwickelt, 57 bis 70 Proc. Stickstoff bleiben im Kok Rest unbestimmt (vgl. S. 30).

Reinigung des Gases. Das in den Retorten entwickelte rohe Leuc steigt durch ein weites eisernes Rohr *A* (Fig. 86) oben und tritt durch das Knierohr *B C* in die Vor *D* (sogen. Hydraulik), welche meist über die Ofenreihe läuft, so dass die Steigrohre sämmt Retorten hineinmünden (vgl. Fig. 83). Hier verd sich schon ein Theil des Theeres und Ammoniakwa welche aber nur insoweit abgeführt werden, das Rohr *C* noch einige Centimeter tief eintaucht, un Zurücktreten des Gases in die Retorte zu verh Damit in den Retorten kein Ueberdruck entsteht, die Leitung, meist hinter den Waschvorrichtungen Saugegebläse (Exhaustor) eingeschaltet.

Fig. 86.

Aus der Vorlage gelangt das Gas in den Kü (Condensator), meist eine Reihe senkrechter Röhre welchen sich Theer und Gaswasser abscheiden. Abscheidung des letzten Theeres und des grössten Tl von Ammoniak wird das Gas dann durch eine Wa vorrichtung (Scrubber) geführt. Früher verw man dazu allgemein 3 bis 4 m hohe Cylinder, Koksfüllung mit Wasser überrieselt wurde.

Der Gaswascher der Berlin-Anha schen Maschinenbau-Aktien-Gesellsc besteht aus einer Vorwaschkammer, in welcher das Gas durch eine absperrende Sc von Ammoniakwasser hindurchgeht und hierbei von den gröbsten Theertheilen b

, und einer Stosskammer, in welcher das Gas durch kleine Oeffnungen hindurch-
eben wird und bei dem Anprall an vor den Oeffnungen stehenden Wänden den
n Theer bis auf Spuren ausscheidet. — Indem das Gas bei *A* (Fig. 87) in den
rat eintritt, durchstreicht es die Flüssigkeit in der Richtung des Pfeiles *1* und
gt in das Mittelrohr *B* unter die Glocke *C*. Durch die in den Wänden derselben
sehenen Oeffnungen geht das Gas in der Richtung der
2 hindurch und entweicht durch das Ausgangsrohr *D*. —
en Durchgang des Gases durch die Flüssigkeit bei Pfeil *1*
ine möglichst grosse Oberfläche zu vertheilen, hat die
hplatte *E* eine Zahl feiner den Gasstrom zertheilenden
ungen. — Die Prallglocke *C* besteht aus zwei concen-
en Ringpaaren. Die inneren Ringe werden aus einzeln
örmigen getrennten Streifen hergestellt, welche zwischen
ängliche durchgehende Schlitzöffnungen *a* lassen (Fig. 88)
in sich selbst Rinnen bilden, an welchen die Conden-
sproducte ablaufen können. Die Glocke *C* trägt im
n ein Rohr *F*, welches unten in einen Wasserabschluss *G*
t, so dass die durchgehende, mit der Glocke *C* fest ver-
ene Führungsstange *H* durch ein vom Gas abgeschlossenes
J hindurchgeführt werden kann. Zwischen Rohr *J* und
e *H* ist eine lange Feder angeordnet, welche mittels des
rades *K* derart eingestellt werden kann, dass bei einer
nmten Durchgangsmenge des Gases ein bestimmter Quer-
tt der Durchgangsöffnungen hergestellt ist, wodurch der
kunterschied unter und über der Glocke genau zu regeln
. 1890, 116).

Fig. 87.

Fig. 88.

Oft lässt man auch das Gas durch Siebböden gehen, welche in Wasser tauchen
über welche Wasser fliesst. Für die völlige Abscheidung des Theeres ist es
henswerth, dass das Gas gezwungen wird wiederholt gegen kühle Flaschen zu
n [1]).

Schliesslich wird das Gas in die Reiniger geführt, um Kohlensäure, soweit
nicht an Ammoniak gebunden in den Waschern zurückblieb, Schwefelwasserstoff,
efelkohlenstoff, Cyanammon u. dgl. zu entfernen.

Der Reiniger mit Kalkmilch ist von der trocknen Reinigung durch
tes Calciumhydrat verdrängt.

Nach Veley bildet sich bei der Kalkreinigung zunächst Calciumsulfhydrat:

$$Ca(OH)_2 + H_2S = Ca(SH)_2 + H_2O$$

Dieses setzt sich mit Wasser um unter Bildung von Calciumoxysulfhydrat $CaOH.SH$,
es sich als schwer löslich abscheidet; dann löst das Wasser einen neuen Theil Calcium-
t u. s. f. — Trocknes Calciumhydrat absorbirt Schwefelwasserstoff schnell bei 80 bis 100°,
mer bei gewöhnlicher Temperatur; es entsteht Calciummonosulfid. Völlig trocknes Cal-
ulfid absorbirt keinen Schwefelkohlenstoff.

Leitet man Schwefelkohlenstoffdampf in eine Lösung von Calciumsulfhydrat, so
icht anfänglich Schwefelwasserstoff, und es schlägt sich Calciumoxysulfhydrat nieder. Als-
beginnt die Aufnahme des Schwefelkohlenstoffes, und es tritt Abscheidung gelber Krystalle
basischen Calciumthiocarbonates von der Zusammensetzung: $2Ca(OH)_2.CaCS_3.10H_2O$ ein.
r trockenes Calciumsulfid, noch auch Calciumsulfhydrat sind somit für die Aufnahme von
efelkohlenstoff geeignet, das geeignetste ist das Calciumsulfhydrat, $CaOH.SH$:

$$2CaOHSH + CS_2 = Ca(OH)_2.CaCS_3 + H_2S$$
$$3CaOHSH + CS_2 + H_2O = 2Ca(OH)_2.CaCS_2 + 2H_2S$$

1) J. 1881, 1021; 1883, 1268; 1884, 1294; 1885, 1271; 1887, 120; 1893, 75.

Es erklärt sich daraus die Unwirksamkeit eines verdorbenen Kalkreinigers, inden wirksame Calciumoxysulfhydrat durch den überschüssig entweichenden Schwefelwasserst unwirksames Calciumsulfhydrat übergeführt wird. Bekanntlich kann die Wiederbelebung weder durch mechanisches Auflockern der Reinigungsmasse oder Einblasen von Luft in Reinigungsapparate geschehen. (J. 1886, 1138.)

Nach Valon (J. 1889, 93) wird das Gas mit Sauerstoff gemischt durch Kalk ätzende Alkalien geleitet; bei einem Schwefelgehalt von 6 bis 7 g in 2 bis 3 cbm Leuc genügt 0,1 Vol.-Proc. Das Calciumhydrat nimmt aus dem Leuchtgas Schwefelwasserstof und wandelt sich in Calciumsulfid um, welches nun seinerseits auf die übrigen geschwef Verunreinigungen des Leuchtgases wirkt. Das gebildete Calciumsulfid, sowie die ausse entstehenden geschwefelten Calciumverbindungen werden von dem in das Leuchtgas geführten Sauerstoffgas oxydirt und zum grössten Theil durch Rückverwandlung in Cal hydrat regenerirt, wobei sich der Schwefel hauptsächlich als freier Schwefel ausscheidet. gebildete Calciumhydrat bindet gleichzeitig die vorhandene Kohlensäure und bildet dami ciumcarbonat.

Der Gaskalk enthält neben unverändertem Calciumhydrat und etwas Cyankalium Cal sulfhydrat in solcher Menge, dass der Gaskalk auch in der Gerberei zum Enthaaren der angewendet wird. — In Deutschland wird die Kalkreinigung nur noch selten angewendet, mein noch in England und Amerika.

Eisenoxydreinigung. Obgleich schon im J. 1835 Eisenvitriol Entfernung des Schwefelammons aus dem Leuchtgase vorgeschlagen und angewe wurde, so wurden doch erst von Mallet (1840) die Metallsalze und besonders d den Chlorkalkfabriken in grosser Menge sich bildende Manganchlorür, ferner das E chlorür zum Reinigen des Gases in die Gastechnik eingeführt. Weit wichtiger is von Laming im J. 1847 in die Gasbeleuchtungstechnik eingeführte sog. Laming Masse. Das Gemisch besteht aus Ferrosulfat mit Kalk, welches, um die M lockerer zu machen, mit Sägespänen versetzt wird. Das Ferrosulfat zerlegt sich dem Kalk zu Eisenoxydul und Calciumsulfat; die zuerst schwarzgrüne Farbe Mischung geht durch Umschaufeln und Oxydation an der Luft in Roth über und hat dann ein Gemisch von Eisenhydrat und Gyps. Die Anwendung der Masse er in trocknen Reinigern. Da in der gebrauchten Reinigungsmasse wesentlich das min werthige Rhodan vorhanden ist, so wird jetzt fast allgemein statt obiger Mischung Eisen- oder Manganoxyd oder Raseneisenstein (fein gemahlen, oft mit dem glei Volumen Sägemehl gemischt) zur Reinigung des Gases angewendet.

Nach R. Wagner soll das Eisenoxyd der Laming'schen Masse zunächst durch Schwefelwasserstoff in Eisensesquisulfuret (Fe_2S_3) verwandelt werden und diese Verbindung an der Luft unter Ausscheidung ihres ganzen Schwefelgehaltes in Eisenoxyd übergehen. Vorgang wäre demnach durch folgende beiden Gleichungen ausdrückbar:

$$Fe_2(OH)_6 + 3H_2S = Fe_2S_3 + 6H_2O \text{ und } Fe_2S_3 + 3O + 3H_2O = Fe_2(OH)_6 + 3S.$$

Gasreinigungsmasse, deren wirksamer Bestandtheil bei der Verwendung in Schw eisen übergegangen ist, muss bei der Wiederbelebung genügend feucht gehalten we damit sich Eisenhydrat bilden kann. — Bei der Regeneration muss darauf geachtet werden, die Masse sich nicht zu stark erhitzt. Es ist keineswegs nothwendig, zur Einleitung der R neration die Masse erst zu hohen Haufen zu schichten; die Erwärmung tritt etwas langsa aber ungefährlicher auch ein, wenn man die Masse sofort ausbreitet, und zwar sollte die Sc nicht höher als 20 bis 30 cm sein. Um die Einwirkung der Luft noch zu erleichtern, empf es sich, durch die Masse Furchen hindurchzuziehen. Sobald sich die Masse zu stark er wird das Eisenoxyd entwässert und dadurch unwirksam; es werden ferner die werthvollen C verbindungen zum Theil zerstört, indem sich schwefelsaures Ammoniak daraus bildet. dem mehr oder minder hohen Gehalte der ausgebrauchten Masse an diesem Salze kann schon schliessen, inwieweit bei der Regeneration vorsichtig genug verfahren worden ist.) muss also durch Ausbreiten, Umschaufeln und Besprengen mit Wasser vorgebeugt werde Der Schwefelwasserstoff bildet mit dem Eisenhydrat des verwendeten Raseneisens Eisen hydrat und dieses zerlegt sich unter dem Einflusse des Sauerstoffes der Luft in Schwefel Eisenoxydhydrat. Diese Regeneration der Reinigungsmasse vermag sich mehrmals zu wi holen, so dass sich der Schwefelgehalt innerhalb gewisser Grenzen anreichern lässt. Der w vollste Bestandtheil der gebrauchten Reinigungsmasse ist das Cyan, nach dessen Gehalt selbe bewerthet wird (s. Cyan und Ammon).

Die Masse zum Entschwefeln des Leuchtgases von Lux aus etwa 65 Th. Eisenoxydhydrat, kohlensaurem Natron und 30 Th. Thon, Sand u. dgl. hat sich bewährt (J. 1882, 1110). Auerbach (J. 1897) sind die sogen. alkalisirten Reinigungsmassen meistens Rückstände er Verarbeitung von Bauxit und enthalten das bei der Gewinnung der Thonerde zurück- ende Eisenoxydhydrat nebst überschüssiger Soda. Das Eisenoxyd befindet sich in diesen en zwar in sehr feiner Vertheilung, aber die dadurch etwas erhöhte Wirksamkeit gleicht eringeren Gehalt nicht aus; ferner haben die vorhandenen Alkalien, von denen man ur- glich besonders gute Einwirkung erwartete, den sehr schädlichen Einfluss, das Cyan in anverbindungen statt in Blau überzuführen, und endlich sind die Massen zu dicht, um ohne ckerungsmittel verwendet werden zu können. Alle Auflockerungsmittel aber, die man Reinigungsmasse zusetzen muss, bringen ausser der lästigen Arbeit des Mischens noch theile mit sich. Einmal erniedrigen sie den Gehalt der frischen Masse an wirksamen ndtheilen, ferner aber auch den der ausgebrauchten Masse an werthvollen Bestandtheilen, natürlich kann eine Masse, die unter andern Umständen bis zu 12 Proc. Blau sich an- rn liesse, nur bis zu 6 Proc. gelangen, wenn sie zur Hälfte mit Sägespänen gemischt ist. kommt noch, dass z. B. Holztheile immer sehr viel Feuchtigkeit aufsaugen und dadurch asse weiter entwerthen. Am besten sind die Raseneisenerze. Nach Kunath wird durch Masse der Schwefelwasserstoff noch völlig zurückgehalten, bei einer Geschwindigkeit von n in der Secunde. Für gebrauchte, regenerirte Masse ergibt sich ein Grenzwerth von 5 mm windigkeit. Für je 100 cbm Leuchtgas täglich müssen somit die Reinigungskästen stens 0,23 qm Querschnitt haben.

Das Verhalten der wichtigsten Verunreinigungen des Leuchtgases ergeben folgende ichsreihen (J. 1889, 24; 1890, 119):

Leuchtgas (g im cbm):

Ort der Probenahme	Ammoniak	Cyan und Schwefelcyan	Schwefelwasserstoff	Gesammtschwefel
den Condensatoren	4,887	2,022	15,661	18,324
„ Scrubbern	6,807	1,783	14,375	15,825
en Reinigern, nach einem mit reinem Wasser eselten Scrubber	0,339	1,443	13,905	15,219

	Cyanwasserstoff g in 100 cbm	Cyanwasserstoff Vol.-Proc.	Ammoniak g in 100 cbm	Schwefelwasserstoff Vol.-Proc.
er Vorlage	265,9	0,217	396,6	1,38
der Kühlung	255,9	0,209	352,7	1,10
dem Scrubber	251,6	0,205	3,8	1,05
„ 1. Reiniger	131,7	0,107	Spur	Spur
„ 2. „	83,3	0,067	—	0
„ 3. „	61,6	0,050	—	—
hältergas	41,2	0,033	Spur	—

Ammoniakreinigung. Nach Claus (J. 1887, 115) durchzieht das von Theer mög- befreite Gas 6 Waschapparate oder Scrubber (vgl. Fig. 89). In dem ersten Scrubber wird ie sämmtliche Kohlensäure ent- In dem 2. Scrubber verliert es tzte Spur von Kohlensäure, zu- wird aber auch der grösste des Schwefelwasserstoffes dort ommen. Am oberen Ende dieses ers A_1 tritt das von dem Destil- sapparate ununterbrochen her- nde Ammoniakgas ein, welches zusammen mit dem nun theil- gereinigten Leuchtgase weiter nächsten Reiniger A_2 strömt. sem wird die letzte Spur von felwasserstoff entfernt, während cher Zeit ein grosser Theil des

Fig. 89.

in dem Rohgase enthaltenen Schwefelwasserstoffes sich darin ausscheidet. In der Flüssig welche in diesem Wascher enthalten ist, besteht der grösste Theil des Ammoniaks aus fr Ammoniak und ein Theil aus Schwefelammonium. Aus diesem Grunde sind die Bedingu zur Entfernung von Schwefelkohlenstoff aus dem Rohgase in diesem Scrubber günstig. Es jedoch in diesem Wascher allein dem Leuchtgase eine hinlänglich grosse, mit dieser Flüssi benetzte Oberfläche, um die grösstmögliche Reinigung von Schwefelkohlenstoff zu bewi nicht dargeboten. Deshalb wird der Inhalt (Koks u. dgl.) der nächsten ein oder zwei Scru (des 4. und 5.), welche „Schwefelkohlenstoff-Scrubber" genannt werden sollen, mit einem kle Theile der am Boden des 2. oder 3. Scrubbers befindlichen Flüssigkeit benetzt erhalten. dem 5. Scrubber zieht das Gas in den 6. oder Waschscrubber (A_5 in Fig. 89). In diesem we die letzten Spuren von Ammoniak ausgewaschen und das Leuchtgas verlässt denselben ständig gereinigt. — Das Verfahren soll den Erwartungen nicht entsprochen haben.

Das fertige Leuchtgas wird in grossen Glockengasometern gesammelt von hier durch gusseiserne heissgetheerte Rohre den Verbrauchsorten zugeführt.

Untersuchung. Zum Zwecke der Betriebsaufsicht wird die Kohlensäure mit S. 55 beschriebenen Apparate bestimmt.

Zur Bestimmung des Schwefels im Leuchtgas wird vom Verf. das z. B. d eine Experimentirgasuhr gemessene Leuchtgas bei g (Fig. 90) aus einem kleinen Bunsenbre in der Erweiterung des Vorstosses A verbrannt. Derselbe ist bei n durch einen Asbestring dem Kühler verbunden, um ein bequemes Auswechseln bei etwaigem Bruch zu ermöglichen, damit verschmolzen. Der bei der Verbrennung entstehende Wasserdampf verflüssigt sich in kugelförmigen Erweiterungen m des Rohres v, löst die gebildete Schwefligsäure und Schw säure und fliesst durch das angeschmol enge Röhrchen e in eine Flasche, we durch eine Asbestplatte a vor der strahle Wärme der Flamme geschützt wird. Kühlwasser tritt in bekannter Weise ein und fliesst aus dem mit Schlauch bundenen Rohr w wieder ab. Der Gass wird so geregelt (etwa 25 bis 30 l stündl dass eine bei o genommene Gasprobe 4 bis 6 Proc. freien Sauerstoff enthält. dieses einmal festgestellt, so ist eine we Aufsicht nicht erforderlich. Die kleine richtung wird durch einen beliebigen tortenhalter o. dgl. getragen. — Bei Kühlung erhält man durch Verbrennen 50 l Gas etwa 50 cc einer wässerigen Lö von Schwefelsäure und Schwefligsäure, welche direct oder nach Oxydation mit Wasser superoxyd mit $^1/_{10}$-Normalalkali bestimmt werden. Will man ganz sicher gehen, so lässt bei Beginn des Versuchs 20 cc $^1/_{10}$-Alkali bei o einfliessen, oxydirt schliesslich mit Wasser superoxyd und titrirt das überschüssige Alkali zurück oder bestimmt die Schwefelsäure gew analytisch. — Selbstverständlich lässt sich in derselben Weise der Schwefelgehalt in Er Solaröl u. dgl. bestimmen. — Der einfache Apparat hat vor dem mit Sauggebläse arbeitende Vorzug, dass ein solches nicht erforderlich ist, besonders aber, dass die Verbrennung des (Erdöls u. dgl.) viel gleichmässiger und sicherer ist. Jedes Nachlassen der Saugkraft des Geb stellt die Genauigkeit der Bestimmung in Frage, da die Verbrennung dadurch leicht unvollst wird. Mehr wie 0,3 bis 0,4 g Schwefel sollte 1 cbm gereinigtes Leuchtgas nicht enthalten[1]

Fig. 90.

Bestimmung des Brennwerthes von Gasen. Nach Verf. ist der aus sta Messingblech hergestellte äussere Behälter C (Fig. 91) innen mit einer Lage Asbest bekleidet, dann ist das Wassergefäss aus dünnerem Blech eingesetzt und unten durch A ringe festgelegt, oben am Rande und unten am Einsatze v aber verlöthet, damit in de Federn o. dgl. gefüllten) Zwischenraum keine Feuchtigkeit eindringt. Das Calorimetergef ist bei e etwas aufgebogen, um die Luft gleichmässig zum Brenner B zu führen. Durch

---

1) In London sind für 100 Cubikfuss 25 Grains (0,57 g in 1 cbm), in Leeds und in Vereinigten Staaten 20 Gr. (0,45 g in 1 cbm) Gesammtschwefel gestattet. Im September October 1887 betrug der Gehalt an Schwefel in letzter Stadt 0,29 bis 0,45 g in 1 cbm (f 0,015 bis 0,045 g Ammoniak; J. Gaslight. 50 S. 764). Kölner Leuchtgas enthielt im Bet jahre 1885/86 0,23 bis höchstens 0,39 g Schwefel in 1 cbm. Vgl. Ferd. Fischer: Chem Technologie der Brennstoffe S. 273 und 293.

ırmigen Einsatz *a* und die Glocke *n* (beide aus Nickel oder Platin und durch 3 Stifte ge-
ı) werden die Gase in der Pfeilrichtung erst nach unten, dann nach oben geführt. Dadurch
verhütet, dass sie vor der vollständigen Verbrennung eine kalte, wasserberührte Fläche
ı, dann aber wird die Kühlfläche möglichst ausgenutzt. Die
entweichen dann durch den linsenförmigen Hohlkörper mit ein-
zter Platte nach Aussen. Letztere ist am Rande mit zahlreichen
hnitten versehen, um die entweichenden Gase möglichst mit
ühlflächen in Berührung zu bringen. Der Deckel des Kühl-
es trägt in bekannter Weise einen Rührer *R* (in der Figur ist
ntere Theil fortgelassen) und Thermometer *t*. Die ganze Vor-
ıng ruht auf 3 Füssen. Brenner *B* wird durch eine Führung
nem drehbaren Arm gehalten, welcher unter dem Boden des
ses *C* befestigt ist. Ist der Arm herausgedreht, so kann das aus
rennermündung entweichende Gas entzündet und auf die durch
Vorversuch festgestellte Grösse (die entweichenden Ver-
ungsgase müssen mindestens 5 Proc. Sauerstoff enthalten) ein-
llt werden. Soll der Versuch beginnen, so schiebt man den
ıer rasch unter die Oeffnung und sofort in die richtige Höhe,
ie Figur zeigt. Da Anschlagstifte die richtige Stellung sichern,
nn man diese Bewegung sehr rasch ausführen, ohne hinzusehen.
e Gasprobe wird mit einer Gasuhr oder einem kleinen Glocken-
ıeter gemessen. — Bei Ausführung eines Versuches wird das
imetergefäss *A* fest in den Ansatz *v* eingesetzt, der äussere Be-
bis 2 bis 3 cm vom Rande mit Wasser gefüllt, der Deckel mit
er *R* aufgelegt, Thermometer *t* eingesetzt und abgelesen, sobald
lbe constante Temperatur zeigt. Nun wird der Gaszutritt so
elt, dass die Flamme des Brenners die durch Vorversuch er-
te Grösse hat. Sobald der Zeiger der Gasuhr (oder das kleine
neter) die gewünschte Stellung hat, wird der Brenner in ange-
ıer Weise augenblicklich unter das Calorimeter geschoben und
der Rührer *R* langsam bewegt. Sind etwa 500 cc Leuchtgas
1 *l* Mischgas verbrannt, so wird die Gaszufuhr geschlossen und der Rührer noch 1 bis
ıuten lang auf und ab bewegt, bis das Thermometer den höchsten Stand erreicht. Nun
abgelesen; Wasserwerth des Calorimeters mal Temperaturzunahme gibt unter Berücksich-
g des Wärmeaustausches mit der Umgebung den Brennwerth. — Der grösste Theil des bei
erbrennung gebildeten Wassers wird im Calorimeter verflüssigt. Um dieses zu bestimmen,
der Deckel abgehoben, das Kühlwasser ausgegossen, das Calorimeter herausgehoben, aussen
rocknet, gewogen durch Erwärmen auch innen getrocknet, gewogen und wie bekannt be-
et. Handelt es sich nur um Vergleichszahlen für die Betriebsaufsicht, so ist diese Wasser-
mmung nicht erforderlich, wenn das Kühlwasser immer gleiche Temperatur hat.

Fig. 91.

Zur Bestimmung des Ammoniaks im gereinigten Gase saugt man etwa 200 *l*
durch 10 cc $^1/_{10}$-Normalsalzsäure und titrirt die überschüssige Säure zurück.

Zur Bestimmung der aromatischen Kohlenwasserstoffe wird
)eville (J. 1889, 27) das durch Chlorcalcium getrocknete Gas durch
rne Schlangenrohre (Fig. 92) geleitet, welche in einer Eismischung
Eis und Salz stehen, somit auf -22^0 gehalten werden. Aus 1 *l*
ıtgas werden so bis 48 g Kohlenwasserstoffe abgeschieden, welche
ıtlich aus Benzol mit etwas Toluol, Xylol und höhern Homologen be-
ı. Wird das auf -22^0 gekühlte Gas auf 70^0 abgekühlt, so scheiden
ıoch 23,5 g Benzol ab. Nach Regnault ist die Tension des Benzols
-22^0 5,1 mm; berechnet man nun das dieser Spannung *s* entsprechende
ı *v*, welches das Volum *V* irgend eines Gases bei 760 mm Druck sättigt,
man $v : V = s : 760$ oder $v : 100 = 5{,}1 : 760$ und hieraus $v = 0{,}67$ Vol.-
Hieraus ergibt sich die Gewichtsmenge Benzoldampf, welche 1 cbm
l eines Gases bei -22^0 sättigt zu 23,5 g. Die aus Pariser Gas so aus-
iedenen Kohlenwasserstoffe hatten folgende proc. Zusammensetzung:

Benzol	73,13
Toluol	13,00
Xylol	8,75
Destillationsrückstände .	3,97
Verlust	1,15

Fig. 92.

Analyse des Leuchtgases s. S. 36.

Hat das fertige Leuchtgas nicht die gewünschte Leuchtkraft (s. Beleuchtu weil keine Aufbesserungsstoffe (vgl. S. 86) verwendet wurden, so wird Benzolda Fettgas, carburirtes Wassergas u. dgl. zugesetzt[1]).

Da der Zusatz von 4 g Rohbenzol zu 1 cbm gewöhnlichem Steinkohlengas Leuchtkraft um etwa 1 Kerze steigert, so ist bei billigen Benzolpreisen die besserung des Gases mit Benzoldampf vortheilhaft (vgl. J. 1897, 91). Die Vorrich der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-Actiengesellschaft (D. Nr. 83 585) besteht aus dem eigentlichen Carburirapparat *A* (Fig. 93), aus e Vorrathsbehälter *B* nebst Füllvorrichtung und Inhaltszeiger, aus der Regelu vorrichtung und den nöthigen Verbindungsleitungen. Der eigentliche Verdunstu apparat *A* besteht aus einem rechteckigen gusseisernen Kasten mit abnehmb Deckeln, in welchen eigens geformte Rippenheizkörper eingelegt sind, welche

Fig. 93.

Benzol berieselt werden. Die Rippen sind mit einem Tuche überzogen, welches vollsaugt und das Benzol über die Verdunstungsflächen gleichmässig vertheilt. Gaseintritt findet bei *G* statt, wobei das Gas stets dem Benzol entgegenströmt, so eine innige Berührung beider stattfindet. Das angereicherte Gas strömt bei G_1 um alsdann auf möglichst kurzem Wege das Hauptrohr wieder zu erreichen und mit dem übrigen uncarburirten Gase zu mischen. Der Benzolzulauf findet bei b_4 s b_5 ist ein Probirhahn, mittels dessen man sich zu überzeugen hat, ob nicht etwa u sorbirtes Benzol austritt. Um die Verdunstungstemperatur steigern zu können und den durch die Verdunstung selbst verursachten Wärmeverbrauch zu ersetzen, wir die Rippenheizkörper Dampf geleitet. Der Dampf tritt bei *d* ein und verlässt Apparat bei d_1. — Der Vorrathsbehälter *B* fasst 500 k Benzol, so dass er je nach Grösse des Carburirapparates für einen Bedarf von einem oder mehreren Tagen reicht. Dieser Behälter erfüllt ausserdem den Zweck, die Zuströmung des Benzo dem Carburirapparate stets unter gleichem Drucke vor sich gehen zu lassen, damit Zulauf, wenn er einmal für einen bestimmten Bedarf eingestellt ist, auch ste

1) J. 1893, 97; 1895, 51; 1897, 91.

ıer Weise fortdauert. Zu diesem Zwecke ist eine Vorrichtung angebracht, durch ıe der Flüssigkeitsspiegel N des ausfliessenden Benzols stets in gleicher Höhe ten wird. B ist ein vollkommen geschlossenes Gefäss mit doppeltem Boden. Die rängung des Benzols beim Auslaufen findet durch Gas statt, welches durch das g in den unteren Raum eintritt. Durch die Verdrängung mittels Gas ist die ge Feuersicherheit erreicht, da der ganze Benzollauf nur in abgeschlossenen Ge- ı vor sich geht und das Benzol nirgends mit Luft in Berührung kommt, also die ng von explosiven Gemischen ausgeschlossen ist. Oeffnet man nun den Hahn 3, esst Benzol aus dem unteren Gefässe aus. Ehe aber noch der Flüssigkeitsspiegel ken kann, tritt Gas durch das Verbindungsrohr g_1 in den Vorrathsbehälter B und kt, dass so viel Benzol durch das Rohr b_2 bei geöffnetem Hahn 2 nachfliesst, bis teigende Flüssigkeitsspiegel N das Verbindungsrohr g_1 wieder absperrt. Der am lter B angebrachte Anzeiger gibt den Inhalt des Behälters nach Kilo Benzol vom Gewicht 0,88 an, so dass hieran der wirkliche Verbrauch an Benzol jederzeit ı abzulesen ist. Die Regelung des Apparates beschränkt sich lediglich auf die ellung des Regulirventiles r.

Carburirtes Wassergas wird seit Jahren in Nordamerika in grossen Mengen her- llt. Es gewinnt neuerdings auch in Deutschland Beachtung, besonders zur Unter- ıng der Steinkohlengasanstalten.

Bei dem in Amerika besonders verwendeten Lowe'schen Apparat wird in den rator A (Fig. 94) bei Anthracitbeschickung abwechselnd 10 Minuten lang Luft sblasen) und 10 Minuten lang Dampf (Kaltblasen) eingeblasen. Der Generator m hoch und Iannloch des- ı ragt durch bere Arbeits- geradeheraus, ıss man die ickung sehr vornehmen Das Gas oben in den , mit Ziegeln setzten Ueber- B, 4,2 m ein und tritt iesem in den en, 5,7 m Ueberhitzer ten ein, um ı oben wieder rlassen. Die ndung beider rhitzer be- gründlichere „Fixirung" der Leuchtbestandtheile, und die grössere Höhe von C kt, dass besserer Zuzug entsteht und beim Beschicken des Generators A das Gas austritt und die Leute belästigt. So lange man heiss (also mit Luft) bläst, wird Generatorgas erzeugt, das man zur Entzündung bringt und das nun B und C die abgehende Flamme geht aus C oben bei a in die Luft. Nach 10 Minuten lie Luft abgestellt, a geschlossen und Dampf angestellt, und 2 Minuten später

Fig. 94.

lässt man in den ersten Ueberhitzer *B* das Carburirungsöl aus einer grösseren An
von Vertheilungsröhren einfliessen; nach weiteren 8 Minuten geht man wieder
Heissblasen über. Bei Koks dauert das Heissblasen 6 Minuten, das Kaltbl
8 Minuten. Da jeder der Cylinder *B* und *C* mit einem besonderen Lufteinlass für
brennung des Generatorgases versehen ist, so kann man in beiden Cylindern verschie
Temperaturen halten, die man durch 25 mm grosse, mit Glimmer verschlossene G
löcher in der Decke der Cylinder beobachten kann. Dies ist wichtig bei der An
dung von schwerem Gasöl, bei dem *B* nicht so heiss wie *C* gehen soll. In einer
anstalt bestehen z. B. 5 Systeme von Lowe-Apparaten mit Cylindern von 4 m Du
messer und 6 m Höhe, von denen jedes $1^1/_2$ Millionen Cubikfuss Gas in 24 Stu
liefert; daneben sind dort noch 18 Tessié du Motay-Apparate vorhanden,
ungefähr eben so viel Gas liefern, das mit dem Lowe-Gas gemischt wird, so dass
im Winter täglich $12^1/_2$ Millionen Cubikfuss macht; wenn alles voll ginge, könnte
sogar auf 15 Millionen kommen. Das Gas kommt mit etwa 15 Kerzenstärke aus
Generator und kommt in den Ueberhitzern auf 28 bis 30 Kerzen; es wird mi
wenig Oelgas gemengt, um das Absetzen von Naphtalin zu verhindern. — Man bem
auf der Zeichnung noch die Kühler *D* und *F* und den Wascher *E*. Zuletzt folgt
die gewöhnliche Kalkreinigung. Die Hebung der Reinigerdeckel, sowie diejenige
Kohlen in den Generator erfolgt durch hydraulische Vorrichtungen, so dass die H
arbeit in diesem grossen Gaswerke nur ein Minimum ausmacht. (J. 1894, 67.)

Glasgow gibt folgende Analysen:

	Wassergas 1895		Wassergas 1885		Steinkohlengas
CO_2	2,20	6,60	0,14	0,30	3,01
O	—	0,40	0,06	0,01	0,65
C_2H_4	2,80	8,00	11,29	12,80	2,55
C_3H_6	8,00	6,00	—	—	1,21
C_6H_6	2,00	2,00	1,53	2,63	1,33
CO	24,20	23,00	28,26	23,58	8,88
CH_4	17,83	20,80	18,88	20,95	34,02
H	37,95	34,00	37,20	35,88	46,20
N	5,02	5,20	2,64	3,85	2,15
Kerzenstärke	28	30	22	26	14

Das carburirte Wassergas brennt bei gleicher Kerzenstärke mit einer kleineren, brillan
Flamme als das gewöhnliche Leuchtgas. Dieser Vorzug des carburirten Wassergases rühr
seinem hohen Gehalt an Kohlenoxyd her, welches durch seine höhere Dichte und hohe Flam
temperatur die Leuchtkraft fördert. (J. 1897, 88.) Es ist zu beachten, dass das Wass
kaum den vierten Theil des Schwefelgehaltes von Steinkohlengas besitzt, und dieser be
ausschliesslich in Form von Schwefelwasserstoff auftritt, so dass durch einfache Eisen
Reinigung der Schwefelgehalt sehr reducirt werden kann. — Der Hilfsbetrieb von carbur
Wassergas mit demjenigen gewöhnlichen Leuchtgases bietet das beste Mittel, um plötzl
Anforderungen des Verbrauchs nachkommen zu können. Wenn in Folge starken Fr
Wechsel in der Qualität der Kohle, oder wegen anderer Umstände die Güte des Steink
gases nicht eingehalten werden könnte, so genügt eine Verstellung des Oelspeiseventiles
Carburator, um augenblicklich den Ausfall an Qualität zu ersetzen. Wenn andererseit
plötzlicher Mehrverbrauch auftreten sollte, kann ein Reservesatz innerhalb 3 Stunden in v
Betriebe stehen. Die Menge und Güte des Gases kann auf diese Art stets den Anforder
entsprechend aufrecht erhalten werden, ohne von dem normalen Betriebe im Retortenhau
weichen zu müssen, was selbstverständlich mit Ersparung an Betriebs- und Retorten
Reparaturkosten verbunden ist.

Holzgas. Pettenkofer fand (1849), dass, wenn die bei der Verkohlung des H
sich bildenden Dämpfe stärker erhitzt werden, so eine grössere Menge Gas entsteht un
setzungen unter Bildung schwerer Kohlenwasserstoffe vor sich gehen. Jetzt wird Holzgas
noch hergestellt.

Torfgas. Wenn man Torf der trockenen Destillation unterwirft, so erhält man ebe
Gas, wässeriges Destillat, Theer und Kohle (Torfkohle).

Jereinigtes Torfgas hatte nach W. Reissig folgende Zusammensetzung:

	I	II
Schwere Kohlenwasserstoffe	9,52 Proc.	13,16 Proc.
Sumpfgas	42,65	33,00
Wasserstoffgas	27,50	35,18
Kohlenoxyd	20,33	18,34
Kohlensäure und Schwefelwasserstoff	Spuren	0
Stickstoff	—	0,32

n grösseren Mengen wird Torfgas wohl nie angewendet werden.

Iarzgas. Wenn man Terpentin der Destillation unterwirft, so bleibt Colophonium . Das Colophonium wurde, als es wohlfeil aus Nordamerika nach Europa kam, vorüber- in mehreren Städten Englands und des Continentes zur Gasbeleuchtung verwendet, ist tzt wohl nirgend mehr in Gebrauch.

)elgas. Werden Fette, Erdölrückstände, Paraffinöl u. dgl. stark erhitzt, so n sie fast völlig vergast und bilden ein schweres Gas von grosser Leuchtkraft.)ie grösste Verbreitung haben jetzt wohl die Apparate von J. Pintsch. Der- lässt das Oel durch ein U-förmig gebogenes Rohr langsam in die gusseiserne e d (Fig. 95 5) und zwar Blechschale e ssen, welche das Oel auf- soll, bis es verdampft nd dann die ung der Re- wesentlich tert. Die hier ten und theil- schon ver- Oeldämpfe durch die dung i in die gusseiserne e f, in wel- ur Beförde- ler vollstän- Vergasung nsatzstück s non oder Eisen sich befindet, bestehend aus scheibenförmigen, durch eine Längs- verbundenen Brücken. Das Gas geht nun zur Abscheidung der Theerdämpfe das Rohr g in die Vorlage h. Das Rohr g ist mit Kugelgelenken n versehen, Ausdehnung der Retorte folgen zu können.

Fig. 95.

Fig. 96.

Schnitt I-II.

[irzel lässt das Oel in bauchige gusseiserne Retorten einfliessen (Fig. 97 und 96) und das gebildete Leuchtgas nach oben aufsteigen. Das Heizgas, welches durch die verschliessbare Oeffnung B gefüllten Generator A gebildet wird, geht m Sammelkanale C aus durch Schlitze c in die Mischkanäle e, in welche auch den Kanälen a vorgewärmte Verbrennungsluft durch Schlitze v eintritt. Die rgasung erforderliche Luft tritt durch Kanal J in den Generator über dem Roste ährend der Aschenfall durch Platten L geschlossen bleibt. Nach Hirzel sind cbm Oelgas 166 k Paraffinöl erforderlich (vgl. J. 1889, 51).

Die Kühnle'sche Maschinenfabrik verwendet innen mit Rippen verse cylindrische Retorten, welche durch Generatorgasfeuerung erhitzt werden (J. 1 121). Eine 200 k sch Retorte erzeugt stündlich 15 k Paraffin- oder Br kohlentheeröl (von 0,875 Gewicht) 10 cbm Oelgas 15 Kerzen Leuchtkraft fü bis 40 *l* stündlich, somit Kerzenstunden für 1 cbm.

Fig. 97. Fig. 98.

Macadam erhielt aus verschiedener Paraffinöle 6 80 cbm Gas von 300 bis 490 Ke stunden für je 1 cbm Gas (J. 124). Briem erhielt aus Fuselöl 66 cbm Leuchtgas

Zur Herstellung Leuchtgas aus Minera gas empfielt J. Macarthur (J. 1888, 88) auf Grund nachfolgender Versuche Du rothglut:

	Dunkel-rothglut	Hell-rothglut	Hellora glu
Gasausbeute für 100 *l* Oel in cbm	63,75	74,78	98,4
Gasausbeute für 100 k Oel in cbm	73,42	87,31	117,7
Leuchtkraft in Kerzen	50 bis 60	40	20 bis

Der Betrieb der Oelgasfabrik gestaltet sich sehr einfach und die Anlage ar gut, wenn sie sachgemäss geleitet wird. An der Farbe der erhitzten Retorte erkennt ma Zeitpunkt, wann der Oeleinlauf beginnen kann, und an der Farbe des Gases, die gelb ode braun sein muss, sieht man, ob der Vergasungsvorgang ordnungsmässig verläuft. Kl Merkmale, wie das Verhalten des Theeres und den Geruch des Gases, kann man erst längerer Erfahrung mit in Betracht ziehen. Für grössere Betriebe wird man es bei empirischen Beobachtungen nicht bewenden lassen, sondern als Controle noch laufend geführte photometrische Bestimmungen des erzeugten Gases eintreten lassen. Bei einer malen Verlaufe der Vergasung, wobei ein Druck von 40 bis 80 mm Wassersäule in den raten herrscht, erzielt man aus 100 k Gasöl 50 bis 60 cbm Gas, das eine Leuchtkraft von 12 oder weniger Hfl. besitzt, je nachdem die Ausbeute steigt. Ebenso wie beim Koh gleichen sich diese beiden Factoren, Ausbeute und Leuchtkraft, aus, steigt die eine, so wenn auch nicht immer im entsprechenden Verhältnisse, die andere. Bei Lichtmessu des Oelgases wird ein stündlicher Verbrauch von 35 *l* zu Grunde gelegt, während beim Koh dieser Verbrauch bekanntlich 150 *l* beträgt. Entgegen diesem in der Oelgasindustrie allg üblichen Verfahren, hat neuerdings der preussische Eisenbahnfiskus in seiner Bestimmun die Oelgasausbeute des Gasöls den stündlichen Verbrauch auf 33 *l* herabgesetzt, ohne ab Ansprüche an die Leuchtkraft des Gases entsprechend zu reduciren. — Soll das Oelg Beleuchtung von Fahrzeugen, Eisenbahnwagen, Leuchtbojen u. s. w. benutzt werd schliesst sich an die Gasfabrik noch eine Compressionsanlage an, wo das Gas in grö Behältern auf etwa 12 Atm. comprimirt wird. Aus diesen Behältern wird es entweder 10 Atm. in die Behälter des Gasfüllwagens oder in die eines jeden Wagens übergeführt, unter einem Drucke von 6 Atm. steht. Von hier gelangt es, durch einen Druckregler g bei gewöhnlichem Drucke nach dem Brenner. Der Gasbehälter eines jeden Wagens fül Bedarf für 33 bis 40 Brennstunden mit, also pro Flamme etwa 1 cbm bei gewöhnlichem D Ein Oelgas mit einer Leuchtkraft von 10 bis 11 Hfl. setzt sich nach Scheithauer (J. durchschnittlich zusammen aus:

1) Vgl. J. 1885, 1274; 1888, 88; 1893, 80; 1894, 56.

Kohlensäure	1 Proc.
Sauerstoff	0,5
Schwere Kohlenwasserstoffe	33
Kohlenoxyd	2,5
Wasserstoff	15
Methan	46
Stickstoff	2

ᐧer Heizwerth des Oelgases stellt sich auf 10 000 bis 12 000 w, während die Leuchtkraft lgases die drei- bis vierfache des Kohlengases ist. Ein geringer Gehalt an sauren Stoffen söle ist ohne merklichen Einfluss auf das Ergebniss der Vergasung, eine grössere Menge Stoffe dagegen schwächt den Gaswerth des Oels ab. Auch die Pyridin- und Chinolin-drücken die Gasausbeute des Oels herab, indessen sind alle sächsischen Gasöle, da sie im ihrer Herstellung im Interesse der Paraffinfabrikation eine erschöpfende Behandlung mit felsäure erfahren haben, als entbast anzusehen. Am unangenehmsten können sich die elhaltigen Stoffe des Gasöls bemerkbar machen, und wenn auch das Gasöl mit geringerem felgehalt in die Anstalt kommt als die Gaskohle, so ist es bisher nicht gelungen, die Oele nem Verfahren vom Schwefel völlig zu befreien, das dem Grossbetriebe angepasst werden . Vom Schwefelgehalt des Oels, der von 0,5 bis 1,5 Proc. schwankt, geht etwa 1/4 ins s, während der Rest im Oelgastheere und im Koks sich vorfindet. Der Schwefel im Gase nach der Höhe der Vergasungstemperatur in verschiedenen chemischen Verbindungen Als Schwefelwasserstoff wird er von der Reinigungsmasse aufgenommen, ferner als felkohlenstoff und als geschwefelte Kohlenwasserstoffe, die sich im gereinigten Gase be-und nicht daraus zu entfernen sind. In der Regel kann man einen Schwefelgehalt des gten Gases von 0,25 bis 0,3 g im cbm als normal ansehen. Je höher die Temperatur ist, das Oel vergast wird, desto mehr wird sich von dem Schwefel des Oels im gereinigten iederfinden bei einem geringen Schwefelwasserstoffgehalt des rohen Gases. Man kann durch Steigerung der Vergasungstemperatur es so weit bringen, dass gar kein Schwefel-stoff im Rohgase vorhanden und der Schwefelgehalt des gereinigten Gases daher über die e Grenze geschritten ist. Diese Verhältnisse treten bei Fabrikation von Kohlengas in en Weise auf.

ei jeder normalen Vergasung in den in Deutschland üblichen Apparaten werden 50 bis :. des Oels in gasförmige Körper übergeführt, etwa 30 Proc. des Oels finden sich theils ndert, theils in flüssige und feste aromatische Kohlenwasserstoffe umgewandelt im Oelgas-der sich in der Vorlage und im Condensator verdichtet hat, während 4 bis 6 Proc. des s Koks in der Retorte zurückbleiben oder sich in den Leitungen als Russ niederschlagen. us dem durch das übliche Betriebsverfahren gewonnenen Oelgase werden Kohlenwasser-ı tropfbar flüssiger Form abgeschieden, sobald es einem Druck von etwa 12 Atm. unter-wird, und zwar liefern 100 cbm comprimirtes Gas durchschnittlich 6 bis 8 k flüssige wasserstoffe. Dadurch erleidet es einen Verlust an Leuchtkraft, der bis zu 25 Proc. n kann. Das Condensat hat etwa folgende Zusammensetzung:

70 Proc. Benzol,
15 „ Toluol,
5 „ höhere aromatische Homologe und
10 „ Homologe des Aethylens.

us diesem als Hydrocarbon bezeichneten Oele kann man Benzol fabrikmässig her-und auch die anderen Bestandtheile durch fractionirte Destillation trennen. Das Hydro-eignet sich auch zum Carburiren von Kohlengas. Der Oelgastheer, wie er bei dem n Vergasungsvorgange entsteht, hat ein spec. Gewicht von 0,95 bis 1,00 und ist im Aus-nd Geruche dem Steinkohlentheer ähnlich. Er enthält neben aromatischen Verbindungen, nzol, Toluol, Naphtalin und ab und zu in geringen Mengen Anthracen noch wesentliche ı von Kohlenwasserstoffen der Fettreihe.

eine wichtigste Verwendung hat das Oelgas seit Mitte der 70er Jahre zur Beleuchtung isenbahnwaggons gefunden. Anfang des Jahres 1897 waren in Deutschland Wagen und 2944 Locomotiven damit versehen, in England 15 401 Wagen, in den Ver-ı Staaten von Nordamerika 7902 Wagen, was, andere Länder, wo ebenfalls Fettgas-tung eingerichtet ist, eingeschlossen, zusammen etwa 75 000 Wagen und 3000 Locomo-usmacht. Die preussischen Bahnen allein verbrauchen jährlich zu diesem Zweck etwa cbm Oelgas. — Auf Veranlassung der preussischen Staatsbahnverwaltung sind durch die Pintsch Versuche mit Oelgas-Acetylen-Gemischen angestellt worden. Als zweck-te Mischung hat sich die von 80 Proc. Oelgas und 20 Proc. Acetylen ergeben. Die

Leuchtkraft des comprimirten Oelgases steigt hierdurch von 6,7 auf 20,2 Hfl. bei gleichem s lichen Verbrauch.

Luftgas[1]). Wird atmosphärische Luft mit den Dämpfen flüchtiger Kohlenwasser (namentlich sogen. Petroleumäther) gesättigt, so erhält man ein Leuchtgas, welches aber nu kurze Strecken geleitet werden kann, namentlich keine Abkühlung verträgt.

Acetylen. Ein wichtiges Leuchtgas verspricht das Acetylen zu werden, we durch Zersetzung von Calciumcarbid (s. d.) mit Wasser entsteht:

$$CaC_2 + 2H_2O = C_2H_2 + Ca(OH)_2.$$

Darnach gibt 1 k reines Carbid 349 *l* Acetylen; das im Handel vorkommende C liefert aber nur etwa 300 *l*. Für je 26 g Acetylen werden bei der Entwicklung frei, so dass theoretisch eine Temperatur von 1100° entstehen kann. Bei 780° fällt Acetylen bereits und mit Luft gemischt entzündet es sich schon bei 480°. 1° und 48 Atm. Druck wird Acetylen flüssig, bei + 37° (die kritische Temper erst bei 68 Atm. (Vgl. J. 1896, 271; 1897, 107.)

Die bereits in sehr grosser Menge vorgeschlagenen Apparate lassen sich wese in drei Arten unterscheiden.

1. Wasser tropft oder fliesst in dünnem Strahl auf das Carbid (vgl. J. 1897 Da hier die Gefahr einer Erhitzung des Acetylens auf die Explosionstemperatur handen ist (Lewes beobachtete bis 7 jedenfalls durch die Erhitzung das Ace verschlechtert wird, so sind diese Ap verwerflich (vgl. J. 1897, 122).

Fig. 99.

2. Das Wasser kommt beim Aufsteige dem Carbid in Berührung und wird bei zu ra Entwicklung (wie beim Döbereiner' Feuerzeug) wieder zurückgedrängt.

Auch bei diesen Apparaten findet Erhitzung statt, die beim Zurücktreten Wassers bedenklich hoch werden kann; a dem findet auch nach dem Zurücktreten Wassers eine Nachentwicklung statt durc anhaftende und das dampfförmige W (vgl. J. 1897, 102), bei Temperaturen 425° auch durch den aus dem Calciumh abgespaltenen Wasserdampf, so dass auch Apparate nicht empfehlenswerth sind.

3. Das Calciumcarbid fällt in viel W Bei diesen Apparaten wird jede schä Temperaturerhöhung vermieden, so da (vernünftige Behandlung natürlich v gesetzt) gefahrlos sind. Fig. 99 zeigt solchen Apparat, welchen J. Pintsch wendet. Das Calciumcarbid wird durc seitliche Oeffnung in den Entwickler eing und fällt auf einen im unteren Theil Generators angeordneten drehbaren Rost, letzterer mittels eines Handgriffes beweg den kann. Die auf den Rost fallenden Ca

2) Vgl. J. 1880, 895; 1882, 1115; 1884, 1294; 1885, 1275.

dstücke gehen mit dem sie umgebenden Wasser die bekannte Umsetzung ein, so Acetylengas aus dem Wasser in den oberen Theil des Generators emporsteigt und hier abgeleitet wird. Die verbleibenden Rückstände fallen durch den Rost auf Boden des Apparates, und kann das Wasser durch einen dort befindlichen Hahn lassen werden, während Kalkschlamm u. dgl. nach Bedarf durch ein am Boden dliches Mannloch entleert werden. Bei der Untersuchung von Acetylen ist nders auf Phosphorwasserstoff und Schwefelwasserstoff zu achten (J. 1897, 123). Verwendung des Acetylens beschränkt sich zur Zeit auf Beleuchtung (s. d.).

Erdöl [1].

Geschichtliches. Nach Herodot wurde das Erdöl der Insel Zante, von ihm asphaltum genannt, zum Einbalsamiren von Leichen gebraucht. Plutarch berichtet den brennenden Erdölsee bei Ekbatana; Plinius und Dioscorides schreiben, dass das leum von Agrigent in Sicilien von den Einwohnern zur Beleuchtung benutzt werde. Die overschen Erdölquellen sind wahrscheinlich schon den ersten Ansiedlern dieser Gegend nnt gewesen; aus einigen derselben (z. B. bei Celle) wird seit 500 Jahren das zu Wagen-ere und Arzneimitteln verwendete Steinöl *(Oleum petrae)* gewonnen. Die kleine Quelle egernsee ist seit 1430 bekannt. Auch das Vorkommen des Erdöles in Galizien, Rangoon, ist seit Jahrhunderten bekannt [2]; aber erst, nachdem am 27. August 1879 auf den Vor-g von G. H. Bissel, die unterirdischen Oeladern mittels artesischer Brunnen anzuzapfen, Drake das erste Bohrloch bei Titusville niedergebracht war, wurde der grosse Werth des-n allgemein erkannt.

In der Nähe von Titusville sind bis 9 m tiefe und 2 m weite Schächte, welche ausgezimmert o tief abgesteckt waren, bis sie eine Erdöl führende Kluft erreichten. Dieselben müssen ehr als 500 Jahren im Betriebe gewesen sein; ähnliche Reste einstiger bergmännischer gkeit findet man in Ohio und Canada. Nach Höfer müssen dieselben einem Volke chrieben werden, welches vor den Indianern jene Gegenden bewohnte, welches dann aber r vollständig verschwand. Auf einer Karte von 1670 ist in der Nähe des jetzigen Ortes (N.-Y.) „Fontaine de bitume“ eingeschrieben und auf einer Karte von 1755 ist an der ung des jetzigen Oil Creek in den Alleghanyfluss das Wort „Petroleum“ eingezeichnet. im Anfang dieses Jahrhunderts kostete 1 *l* Erdöl 19 Mark. Der Preis für 1 *l* Oel ging in urg zwar rasch herunter, so dass er im J. 1843 nur noch 1 Mark betrug; jedoch wurden r nur verhältnissmässig geringe Mengen gewonnen, und mehrfache Versuche, das Oel in hnlichen Lampen zu brennen, schlugen fehl.

Am Muskingumflusse wurden im J. 1814 zwei Brunnen zur Gewinnung von Salz gegraben; oole gab jedoch wegen des mit austretenden bituminösen Oeles ein völlig unbrauchbares Ein anderes Bohrloch gab im J. 1829 sogar so viel Oel, dass durch den Brand des aus-nden Erdöls umliegende Orte gefährdet wurden. Inzwischen blühte in Deutschland und rreich die Mineralölindustrie auf und auch in Amerika wurde im J. 1850 die erste ölfabrik eröffnet; dies führte zur Erfindung besonderer Lampen, wodurch der raschen Ein-ng des Erdöls als Leuchtstoff der Weg geebnet wurde. Als nun Drake am 27. August in 22 m Tiefe die erste ölführende Kluft eröffnete, die ihm täglich 30 hl Oel im Werthe von 2200 Mark lieferte, brach das Oelfieber los, welches noch gesteigert wurde, als Funk im uar 1861 den ersten überfliessenden Brunnen in Pennsylvanien erhielt, der täglich 477 hl eferte, und seinen Höhepunkt erreichte, als der „Phillips Well“ sogar täglich 3000 Fass hl) gab. Tausende strömten herbei, zahllose Bohrlöcher wurden durch Dampfkraft nieder-cht, in unbeschreiblich kurzer Zeit entstanden ganze Städte, es wurden ungeheure Reich-er erworben — aber auch wieder verloren, als in Folge der plötzlich auf 2000000 Fässer ss oder Barrel = 159 *l*) gesteigerten Production der Preis für ein Fass an Ort und Stelle auf 10 Cents herunterging, so dass aus vielen überfliessenden Brunnen das Erdöl in den ten Bach oder Fluss abgeleitet wurde. In Folge dieses ungeheuren Preisrückganges nahm nwendung des Erdöles rasch zu. Die 38 Mineralölfabriken in den Hafenstädten, von denen ertit aus Neubraunschweig, die übrigen aber Bogheadkohle aus Schottland verarbeiteten,

---

1) Vgl. H. Höfer: Das Erdöl (Braunschweig 1888); J. Swoboda: Die Entwicklung etroleumindustrie (Tübingen 1895); A. Veith: Das Erdöl und seine Verarbeitung (Braun-ig 1892).

2) Vgl. Leonhardi: Macquers chymisches Wörterbuch, 2. Th. (Leipzig 1788) S. 193.

nahmen nun als Rohstoff ausschliesslich Erdöl und führten bald grosse Mengen dieses n
Leuchtmaterials unter der Bezeichnung Kerosin, Pitt-Oel (vgl. J. 1862, 675), ode
raffinirtes Petroleum nach Europa aus.

Die beispiellosen Erfolge in Nordamerika lenkten die Aufmerksamkeit auch auf die E
vorkommen in Europa, zunächst auf das galizische Erdöl[1]). Die Auffindung des Erd
Ropa genannt, scheint hier im 13. Jahrhundert erfolgt zu sein; im J. 1788 wird erwähnt,
dasselbe in flachen Gruben gesammelt werde. Im J. 1848 brachten jüdische Geschäfts
schwarzgrüne Ropa zu einem Apotheker in Lemberg, welche die Pharmaceuten Lukasie
und Zeh als rohes Bergöl erkannten, destillirten und als Steinöl in den Handel brachten.
wurde fast ausschliesslich als Heilmittel verwendet; erst im J. 1853 gelang es ihnen, aus
Rohöl ein zu Beleuchtungszwecken geeignetes Oeldestillat abzuscheiden. A. Schreiner
L. Stiermann in Drohobicz übernahmen nun eine jährliche Lieferung von 100 hk Roh
die Nordbahn, und wurde durch diese Nachfrage die Förderung von Erdöl so vergrössert,
die Bahn im J. 1859 bereits ihren ganzen Bedarf von etwa 550 hk aus Galizien beziehen ko
Die amerikanischen Oelfunde gaben dieser Erdölindustrie erhöhten Aufschwung; noc
J. 1859 gelang es Heindl, das galizische Oel von dem durchdringenden Geruche zu befr
1863 errichtete Wagemann in Wien seine Raffinerie, und nun hob sich die Gewinnung
Steinöl und Ozokerit so, dass sie jetzt 180 000 t beträgt.

Als im J. 1862 das Erdöl auch in Russland eingeführt wurde, fasste Novosilzof
Erinnerung an die Beobachtung von Oelquellen, welche er 20 Jahre früher bei den Feldz
im Kaukasus gemacht hatte, den Entschluss, diese auszubeuten. Die ersten mit amerikanis
Ingenieuren und Arbeitern ausgeführten Bohrungen im Taman-Distrikt hatten keinen Erfolg
J. 1865 wurde für das Unternehmen der Bohringenieur Kind, dann der Geologe Hugo H
mann gewonnen. Am 4. Februar 1866 stiess man auf ein hartes Gestein; bald darauf erfo
mehrere heftige Explosionen, welche das Bohrgerüst hoch in die Luft schleuderten, dann ers
ein Oelstrahl von anfangs etwa 50 m Höhe. Nachdem dann dieses Bohrloch von Kind
tiefer gebohrt war, lieferte es täglich über 800 t oder jährlich für 8 760 000 Rubel Oel. —
Mammuthquelle in Baku lieferte anfangs stündlich 500 t Erdöl in einem 67 m hohen St
(J. 1888, 73). —

Vorkommen. Die Menge des bei Wieze vorkommenden Erdöles wird auf 5 Millio
geschätzt. Auf den Wiesen bei den Dörfern Oedesse und Edemissen sammelt sich in sog.
löchern oder Theerkuhlen Erdöl, welches abgeschöpft wird. Die hier eingerichtete
gewinnung (Oelheim) ist leider durch „Gründuug“ in Misskredit gekommen (vgl. J. 1883, 1
In der Nähe von Hannover tritt in einem kleinen Brunnen, der im Thon (Senon) steht,
dunkles Oel zu Tage, das zu Wagenschmiere verwendet wird. Kaum 1 km davon lieg
bekannte Asphaltbruch von Limmer, welcher zum oberen Jura gehört. Ausserdem findet
Asphalt bei Vorwohle im südlichen Hils und Bergtheer bei Verden. Auch die Bohrunge
Heide in Holstein haben beträchtliche Mengen Erdöl nachgewiesen. Die hier erschlos
300 m mächtige weisse Kreide enthält etwa 13 Proc. Oel, so dass hier etwa 15 Millio
Erdöl lagern.

Von deutschen Erdölvorkommen ist besonders zu beachten das Elsasser bei Hag
Lobsann, Pechelbronn und Schwabweiler. Hier ist namentlich der miocene Sand von de
durchdrungen. Man gewann in Pechelbronn seit dem Jahre 1785, in Schwabweiler seit
mittels 68 und 83 m tiefer Schächte aussickerndes dickflüssiges Erdöl und ölhaltigen Sand
in Schwabweiler abdestillirt wurde. Seit 1889 wird das Erdöl aus 150 bis 300 m tiefen
löchern gewonnen, von denen einige Springquellen liefern (J. 1894, 27; 1895, 17).

Für Oesterreich ist besonders Galizien wichtig (J. 1892, 30). An den südl
Abhängen der Karpathen erstreckt sich in Ungarn ein Erdölzug, der jedoch noch nicht
gebeutet wird, namentlich im Gebiet von Buch, Zemplin, Ungh-Bereg bis in die Marmaro
nach Siebenbürgen und Oesterreichisch-Schlesien. Erdöl ist ferner nachgewiesen in Ni
österreich, Salzburg, Kärnthen, Tirol, Kroatien, Dalmatien, der Militärgrenze (J. 1888,
1892, 28).

Rumänien hat Erdöl namentlich im District Prahova; jährlich werden etwa 100 000 t
Oel gewonnen, welches namentlich in Braila verarbeitet wird. Ausserdem ist Erdöl bei M
nestin in der Moldau nachgewiesen (J. 1897, 30).

Griechenland hat auf der Insel Zante bei Keri Erdöl; eine Gesellschaft schöpft jäh
aus einem Brunnen mittels Pumpen etwa 400 Fässer.

Russland hat Erdöl in der Krim, im Kaukasus, namentlich im Gouvernement Bak
der Insel Apscheron, berühmt durch die heiligen Feuer, Tiflis u. s. w. Erdöl ist ferner

---

1) Windakiewicz: Das Erdöl und Erdwachs in Galizien (Wien 1875); J. 1897, 3

esen in Sibirien an der Petschora und neuerdings reiche Lager von Chandor im Wolga-
ernement im Ssamaraschen und Ssimbirskschen Gebiete an der Wolga. Bei Baku springen
ilen Oelfontainen von 60 m Höhe und fliesst dann oft die Naphta theilweise unbenutzt ab
J. 1877, 1025; 1882, 1085; 1886, 1075; 1889, 18; 1890, 33; 1892, 28).

In Asien findet sich ferner Erdöl in Ostindien, am Euphrat, bei Doulokee in Persien,
irma (Rangoon), bei Yenau Gyong, auf Java (J. 1897, 36 u. 157), in China und
n.

In Centralafrika wurde stark paraffinhaltiges Erdöl entdeckt. Auch in Südaustralien
imarocha und auf Neuseeland ist Erdöl gefunden.

Amerika hat Erdöl auf Cuba, Trinidad und Barbados, in Mexiko, Venezuela, Ecuador,
(J. 1895, 19), Bolivia, Brasilien und reiche Quellen in der argentinischen Provinz Jujuy.
nders reich an Erdöl ist aber Nordamerika. Die eigentliche Oelregion Pennsylvaniens ist
chmaler, etwa 100 km langer Landstrich, der sich in SSW — NNO-Richtung zwischen dem
see und Pittsburg hinzieht. Ohio lieferte 1876 erst 31 763 Fass, 1889 aber 12 471 965 Fass
894, 35). Zwischen dem Eriesee und Huronsee in der Grafschaft Enniskillen, namentlich
en Bezirken Bothwell, Lambion und Kent, liegt das technisch wichtige Erdölvorkommen
das. Westvirginien, Kentucky, Tennessee liefern ebenfalls Oel; Argentinien, Venezuela
888, 72) verdienen Beachtung.

Entstehung des Erdöles. Nach Berthelot sollen sich im Innern der Erde aus
ensäure und Alkalimetallen Acetylüre bilden, die mit Wasserstoff Acetylen (C_2H_2) geben,
em Erdöl und theerähnliche Producte entstehen. Diese Hypothese, sowie die von Men-
jeff (J. 1877, 1073) und ähnliche sind sehr unwahrscheinlich. (Vgl. J. 1889, 17; 1890,
1892, 24.) Sicher ist die Bildung von Erdöl durch Zersetzung von Organismen. Nach
[unt sind es ausschliesslich Meerespflanzen, namentlich Algen, bei deren langsamer Zer-
ng unter Meerwasser, welchem das die Erdölquellen begleitende Salz entstammt, Gase und
inöse Stoffe entstanden, die, durch übergelagerte thonige Gebirgsschichten eingeschlossen,
Erdöl bildeten. Dieser Ansicht wird entgegengehalten, dass Steinöl auch oft unmittelbar
Steinkohlenflötzen hervortritt, welche aus Landpflanzen gebildet worden sind. Auch
dakiewicz hält das Erdöl lediglich pflanzlichen Ursprunges, da dasselbe kein Ammoniak
lte.

Im Gegensatz hierzu meint Höfer, man dürfe nur thierische Reste (Saurier, Fische,
isken) als Ausgangspunkt zur Erklärung der Erölbildung mit Sicherheit voraussetzen, aus
ien sich unter Mitwirkung der Erdwärme durch eine allmähliche Destillation unter ent-
hendem Drucke das Rohöl gebildet hat. — Schon früher hatte Bertels angegeben, dass
aphta im Kaukasus durch die Zersetzung von Mollusken entstanden sei. — Nach Müller
878, 1113) häuften sich am Boden der Urmeere die zahllosen thierischen Leichen ganzer
fungsperioden an, wurden mit Schlamm bedeckt und bildeten nun durch langsame Zer-
ng das Erdöl. Nach Fraas entstammen die in Syrien auftretenden bituminösen Ablage-
en (Asphalt u. s. w.) der Thierwelt des Kreidemeeres. Der in den oberen Schichten der
ormation vorkommende, von Erdöl begleitete Asphalt in Limmer bei Hannover ist ebenfalls
ischen Ursprunges. Diese Theorie ist neuerdings durch sorgfältige Versuche von Engler
888, 62; 1889, 14; 1892, 23; 1893, 61; 1896, 22) wesentlich unterstützt, indem er zeigte,
thierische Fette durch Destillation unter Druck in künstliches Erdöl übergeführt werden.
cksichtigt man, dass unsere Erdrinde gewaltige Ablagerungen von Muschelkalk, von Fisch-
u. s. w. aufweist, so spricht es für den Zusammenhang der Restproducte dieses Lebens
em Erdöl, dass wir fast überall mit dem letzteren Wasser auftreten sehen, welches sich
ganz besonders hohen Salzgehalt auszeichnet.

Erdölgewinnung. Das Erdöl wird fast ausschliesslich durch tiefe Bohrlöcher
nnen. Es ist bemerkenswerth, dass die früher so ergiebige, nördlich von Franklin gelegene
Oelregion Pennsylvaniens innerhalb zehn Jahren fast völlig erschöpft ist, dass nur noch
idlich gelegene untere Oelregion Erdöl liefert. Die Quellen in Canada versiegen im Durch-
tt nach drei Jahren. Da das gesammte Erträgniss einer Quelle im Durchschnitt 10 540 hl
gt, 15 Proc. der Bohrungen in Pennsylvanien aber resultatlos bleiben, so berechnet Höfer
elbstkosten für 1 hl Rohöl zu 5,8 Mark an der Quelle, nach dem Transport desselben mittels
ier Röhren stellt sich der Preis für den Unternehmer am Bahngeleise auf 6,5 Mark oder für
s (1 Barrel oder Fass = 42 Gallons = 159 *l*) auf 2,58 Dollar. Für Galizien ergibt sich
Strippelmann der Selbstkostenpreis von 100 k Rohöl zu 6,1 Mark.

Die Production an Rohöl in Pennsylvanien stieg von 1859: 2000 Fass (zu 159 *l*) bis
auf 21 Millionen Fass. Die Erdölproduction der Vereinigten Staaten betrug
nach Rothwell 8 364 631 t.

Erdölproduction der ganzen Erde betrug etwa (je 1000 t):

1870	840
1875	1 940
1880	4 310
1885	5 200
1890	12 000
1895	14 000
1896	15 000

Davon lieferte Russland (Kaukasus):

1860	1 500 t
1870	28 728
1880	358 300
1890	3 985 911
1896	6 650 000

Erdölproduction und Einfuhr betrug für Deutschland:

	Production	Einfuhr Menge	Einfuhr Werth (1000 Mark)
1880	1 309 t	266 587 t	48 652
1885	5 815	482 189	69 918
1890	14 900	646 804	73 089
1895	17 051	—	76 321
1896	20 395	—	74 790
1897	—	—	80 000

Galizien lieferte 1880 32 000 t, 1890 130 000 t, 1896 188 600 t Erdöl; Rumän[ien] jährlich etwa 100 000 t.

Naturgas. Im September 1886 wurde das erste erfolgreiche Bohrloch zu E[...] (Delaware Caj.) abgeteuft; die dermalige Bohrlochzahl wird auf 1500 geschätzt. Das Ga[...] ist etwa 13 000 qkm, die Hälfte gab „gasers“ (Gasbohrungen) erster Güte, welche 243 bis 30[...] Tiefe haben und durchweg ihr Gas aus dem Trenton-Kalkstein (Silur, D. Barr.) bekommen, [...] dies auch in Ohio der Fall ist, wodurch auch die grosse Aehnlichkeit der Zusammenset[zung] erklärt wird:

	Ohio			Indiana			
	Fastoria	Findlay	St. Mary's	Muncie	Anderson	Kokoma	Ma[...]
Wasserstoff	1,89	1,64	1,94	2,35	1,86	1,42	1[...]
Sumpfgas	92,84	93,35	93,85	92,67	93,07	94,16	9[...]
Oelbildendes Gas	0,29	0,35	0,20	0,25	0,47	0,30	0[...]
Kohlenoxyd	0,55	0,41	0,44	0,45	0,73	0,55	0[...]
Kohlensäure	0,20	0,25	0,23	0,25	0,26	0,29	0[...]
Sauerstoff	0,35	0,39	0,35	0,35	0,42	0,30	0[...]
Stickstoff	3,82	3,41	2,98	3,53	3,02	2,80	3[...]
Schwefelwasserstoff	0,15	0,20	0,21	0,15	0,15	0,18	0[...]

Der Werth dieses natürlichen Gases, welches für Dampfkessel, Schmelzöfen u. dgl. [ver]wendet wird, wurde im J. 1888 auf 23 Millionen Dollar geschätzt, 1896 nur noch auf 13 Millio[nen], da der Gasdruck bedeutend nachgelassen hat, so dass diese Kraftquelle bald wieder versi[egen] wird. (J. 1887, 87; 1890, 40; 1894, 50; 1897, 158.)

Erdöl ist eine dünnflüssige bis butterartige, wasserklare bis schwarze Flü[ssig]keit, häufig mit einem blauen Schiller, deren spec. Gewicht meist zwischen 0,8 [und] 0,96 schwankt.

Nach Boussingault enthält das Oel von Pechelbronn Kohlenwasserstoffe [der] Reihe C_nH_{2n-2}, das Petrolen entspricht der Formel C_9H_{16}; Blanchet und S[...] fanden bei ihren Untersuchungen Verbindungen C_nH_{2n} und C_nH_{2n+2}, Warren d[e la] Rue und Müller C_nH_{2n} und C_nH_{2n+1}. Das Oel aus Sehnde entspricht C_nH_{2n}, n[ach] den Untersuchungen von Uelsmann entspricht dasselbe aber der Reihe C_nH_{2n}[...] Bussenius stellte aus den zwischen 90° und 140° siedenden Producten angeblich Trinitropetrol $C_8H_7(NO_2)_3$ her, nach Eisenstuck ein Gemenge vorwiegend

$(NO_2)_3$ und $C_8H_7(NO_2)_3$. Nach Le Bell besteht das Steinöl des Niederrheins ohlenwasserstoffen der Sumpfgas- und Aethylenreihe; Joffre fand im Erdöl von ère la Grue und Cordesse Kohlenwasserstoffe, die von Schwefelsäure absorbirt n, der Reihe C_nH_{2n} und nicht davon gelöste der Reihe C_nH_{2n+2}, namentlich von bis $C_{17}H_{36}$. In dem pennsylvanischen Erdöl fand Warren C_6H_{14}, Pelouze ahours als flüchtigsten Bestandtheil C_5H_{12}, Lefèbure C_4H_{10} und C_3H_8, lds C_3H_8 und C_2H_6. Nach den Untersuchungen von Chandler und Schorner enthält das Oel folgende Kohlenwasserstoffe:

men (I_{2n+2})	Formel	Siede-punkte	Spec. Gewicht	Namen (C_nH_{2n})	Formel	Siede-punkte	Spec. Gewicht
n . .	C_2H_6	Gas	—	Aethylen . .	C_2H_4	Gas	0,978
n . .	C_3H_8	—17°	—	Propylen . .	C_3H_6	—18°	—
. . .	C_4H_{10}	+ 1	0,600	Butylen . .	C_4H_8	+ 3	—
n . .	C_5H_{12}	30	0,628	Amylen . .	C_5H_{10}	35	0,663
ı . .	C_6H_{14}	69	0,664	Hexylen . .	C_6H_{12}	69	—
n . .	C_7H_{16}	97,5	0,699	Heptylen . .	C_7H_{14}	95	—
. . .	C_8H_{18}	125	0,703	Octylen . .	C_8H_{16}	104	—
ı . .	C_9H_{20}	136	0,741	Nonylen . .	C_9H_{18}	140	—
ı . .	$C_{10}H_{22}$	158	0,770	Dekatylen .	$C_{10}H_{20}$	160	—
kan . .	$C_{11}H_{24}$	182	0,765	Endekatylen .	$C_{11}H_{22}$	195	0,782
kan . .	$C_{12}H_{26}$	198	0,776	Dodekatylen .	$C_{12}H_{24}$	216	—
kan . .	$C_{13}H_{28}$	216	0,792	Dekatritylen.	$C_{13}H_{26}$	235	0,791
dekan .	$C_{14}H_{30}$	238	—	Ceten . . .	$C_{16}H_{32}$	275	—
dekan .	$C_{15}H_{32}$	258	—	?	$C_{20}H_{40}$	—	—
lekan .	$C_{16}H_{34}$	288	—	Ceroten . .	$C_{27}H_{54}$	—	—
ekan .	$C_{18}H_{38}$	317	—	Melen . . .	$C_{30}H_{60}$	375	—
an . .	$C_{20}H_{42}$	—	—				
fin . .	$C_{27}H_{56}$	—	—				
fin . .	$C_{30}H_{62}$	370	—				

In russischem Petroleumäther überwiegen die nicht normalen Paraffinkohlenerstoffe (J. 1897, 61). Normale aromatische Kohlenwasserstoffe der Benzolreihe ebenfalls in allen Oelen aufgefunden worden; ähnlich verbreitet dürften das talin und seine Abkömmlinge, sowie die wasserstoffarmen Condensationsproducte Naphtene sein (J. 1888, 67; 1894, 37; 1897, 61). Zaloziecki (J. 1894) im Erdöl Naphtene und Terpene nach. Phenole und organische Säuren sind zwar r vorhanden, doch bedürfen diese noch eingehenderer Untersuchung. Unter den n sind wahrscheinlich Isomere der Oelsäuren (Carbonsäuren der Naphtene) 896, 30), auch Fettsäuren vertreten. Ebenso wie die Menge dieser Säuren selt auch der Gehalt der Erdöle an asphaltartigen Stoffen, welche als Oxydationsucte aufzufassen sind. Endlich enthalten sämmtliche Erdöle Schwefel, nach ery (J. 1896, 29; 1897, 61) als Alkylsulfide, einige auch Stickstoff (J. 1890, 33).

Durch fractionirte Destillation von amerikanischem Rohöl erhält man im Durchtt folgende Producte:

	Procent	Siedepunkte	Spec. Gewicht
igolen	—	—18°	0,625
solin	1,5	—49°	0,665
phta	10	82° bis 150°	0,706 bis 0,742
nzin	4	—	—
rosen	55	etwa 176°	0,804
raffinöl	19,5	300°	0,85 bis 0,88
ckstand und Verlust	10	—	—

Engler verwendete ein rundes Siedekölbchen A (Fig. 100) von 6,5 cm Durchmesse 1,5 cm weitem, 15 cm langem Hals; Höhe des Entbindungsrohres für die Dämpfe über obersten Theil des Kölbchens 6,5 cm. Als Kühlap dient das 1 cm weite und im Ganzen 45 cm lange Ku rohr b, zur Aufnahme der Destillate die Glashahnbü c im Kühlcylinder B. Hierbei können die Fracti leicht gewaschen und in dem untergestellten Kölbch gewogen werden. Für jede Destillation wurden 1(Oel genommen und so rasch destillirt, dass minutl bis 2,5 cc übergingen. Bei jedesmaligem Errei eines Fractionspunktes wurde die Lampe weggenom das Thermometer um mindestens 20° sinken gelassen bis zum selben Fractionspunkt so lange wieder erh als noch merkliche Mengen übergingen. In dieser W untersucht, ergaben verschiedene Erdöle in Fracti von 20 zu 20° zerlegt, die in untenstehender Ta zusammengestellten Resultate in g.

Fig. 100.

Rechnet man die unter 300° siedenden Theile sammen, so ist unter den gewöhnlichen Erdölen das Tegernsee das leichteste (67 Vol.-Proc.), es folgt u den deutschen alsdann das der neuen Springq (N. 213) von Pechelbronn (39 Vol.-Proc.); das heimer (32 Vol.-Proc.) und das ältere Pechelbro (N. 146) sind ziemlich gleich schwer. Mit dem neu Pechelbronner Springquellenöl sehr nahe verwand das in neuerer Zeit zu Ohlungen nächst Hagenau bohrte Erdöl. — Die verschiedenen Rohöle sind s sehr verschieden zusammengesetzte Gemische von Ko wasserstoffen verschiedenen Siedepunktes. (Vgl. J. 1 33; 1895, 41.)

Rohes Erdöl von	Spec. Gew. bei 17°	Beginn des Siedens °	Bis 130°	130/150°	150/170°	170/190°	190/210°	210/230°	230/250°	250/270°	270/290°	290/300°	Bis 150° (Essenzen)	150/300° (Brennöl)
Pechelbronn (Elsass) I Bohrloch 146	0,906	155				0,9	1,4	3,2	4,4	4,9	5,4	4,6	—	24,8
Pechelbronn II Bohrloch 213	0,885	98	4,3	2,8	3	3,2	2,9	2,9	2,4	3,6	3,7	2,6	7,1	24,3
Oelheim (Hannover)	0,899	170	—	—	—	3,2	2,6	4,8	3,4	4,3	4,3	1,8	—	24,4
Tegernsee	0,815	55	11,7	6,1	4,8	4,2	3,7	4,3	4,5	5,1	4,7	2,9	17,8	34,4
Pennsylvanien I	0,8175	82	10	4,6	4	4	4,1	4,5	3,8	5	4,0	1,7	14,6	31,1
Pennsylvanien II	0,8010	74	16,8	4,7	3,2	3,3	4,8	4,3	4,2	3	3,9	2,5	21,5	29,2
Galizien (Sloboda)	0,8235	90	11,3	7,6	7,6	5,2	5,3	5,6	5,5	5,6	2,8	0,45	18,9	38,05
Baku (Bibi-Eybot)	0,8590	91	11	5,7	4,9	5,1	4,1	4,2	4,2	4,7	3,1	0,9	16,7	31,2
Baku (Balekhani-(Sabuntschi)	0,810	105	2,7	3,4	4,3	4	4,3	4,1	5,6	4,1	4,6	1,6	6,1	32,6

Verarbeitung. Nach Engler enthalten 100 Th. Roherdöl:

	Pennsylvanien	Galizien	Rumänien	Elsass
Leichtflüchtige Oele .	10 bis 20	3 bis 6	4	—
Leuchtöl	60 „ 75	55 „ 65	60 bis 70	35 bis 40
Rückstände	5 „ 10	30 „ 40	25 „ 35	55 „ 60

grösseren Raffinerien Baku's fand Engler (J. 1886, 1077) nur die folgenden
Kesselformen: 1) Stehende schmiedeiserne Kessel, von cylindri-
Gestalt, etwa ebenso hoch als weit, mit nach oben gewölbtem Boden und gewöhn-
Helm, welcher nach dem Kühler führt. Fassungsraum bei $^3/_4$ bis $^4/_5$ Füllung
100 hk. Die Feuerung erfolgt mit Naphtarückständen. — 2) Der sogen.
gonkessel (Fig. 101 und 102) besteht aus dem aus Schmiedeisenplatten
nengenieteten, in den grössten Ausführungen 7 m langen, 4 m breiten, 3 m
(von der tiefsten Stelle des Bodens bis zum Helm) kastenförmigen Kessel *A*

Fig. 101.

Fig. 102.

der Breite nach dreifach gewelltem Boden, schwach nach oben gewölbtem
l und den drei Helmen *a*, welche die Dämpfe nach dem Kühler abführen; *b* ist
rbeitsöffnung, *c* sind drei Ablassstutzen für die Rückstände. Die Anordnung der
n Verstrebungen des Kessels, desgleichen die Einmauerung mit Feuerzügen *B*
$_1$, sind aus den Figuren leicht zu entnehmen. Von dem Rückstandbrenner *r*
8) aus, deren zwei neben einander vorhanden sind und welche in die überwölbten
kanäle B, B_1 einmünden, schlägt die Flamme zum Schutze des Kesselbodens
unter feuerfesten Gewölben hindurch, wendet sich am Ende des Kessels, dessen
hier auch noch mit feuerfesten Steinen verkleidet ist, wieder nach vorn, um dann
Höhe zu steigen und zu beiden Seiten des Kessels sich zuerst wieder rückwärts,
abwärts zu wenden und durch den Feuerkanal B_2 in den Schornstein zu ent-
en. Die Destillation wird durch Einleiten gespannten Wasserdampfes unterstützt.
nem Fassungsvermögen eines solchen Kessels (kleinere Sorte) von etwa 350 hk
iner Füllung mit 300 hk Rohöl können in 24 Stunden $2^1/_2$ Destillationen aus-
t, also 700 bis 800 hk Rohnaphta destillirt werden, was einer ungefähren täg-
Erzeugung von 200 bis 250 hk Kerosin entspricht. Die frühere Einmauerung,
die Stützmauern in die Vertiefungen des gewellten Bodens eingriffen, so dass die
ölbungen nach unten frei lagen und drei Feuerräume entstanden, hat man wegen
r Zerstörung des Kesselbodens verlassen. — 3) Walzenkessel. Ein solcher
lindrische Gestalt und ist in Fig. 103 u. 104 (S. 106) in Querschnitt und Aufriss
ldet. Als Material dienen ebenfalls 10 mm dicke Schmiedeisenplatten; die
schwankt zwischen 5 und 6 m, der Durchmesser zwischen 2 und 3 m; die
ren fassen bei $^3/_4$ bis $^4/_5$ Füllung etwa 170 hk (1000 Pud), die grössten 270 hk.
essel *A* liegt an beiden Enden auf eingemauerten Schienen *a* auf und ist ausser-
urch eine Reihe neben einander an den Kessel genieteter Lappen im Mauerwerke
halten. Gegen Uebersteigen der Flüssigkeit ist ein grosser Dom *B* aufgesetzt,
m die Oeldämpfe durch eine Oeffnung *c* in eine eiserne Rohrleitung von gleicher
entweichen, durch welche sie dann nach dem Kühler geführt werden. Der

Rückstandsbrenner wird bei C eingeführt, seine Flamme schlägt zunächst unter Gewölbe hindurch, tritt am entgegengesetzten Ende über das Gewölbe in den Raum zieht in entgegengesetzter Richtung unmittelbar unter dem Kessel nach vorn, vert sich hier, um in urspr licher Richtung zu be Seiten des Kessels, d C_2, in den gemeins Abzugskanal und in Schornstein zu gela Falls man die Rückst flamme unmittelbar, also Schutzgewölbe, unter Kesselboden treten läss muss der bedeutenden wegen der Brenner m stens 1,75 m unterhalb Kesselbodens angeb sein. In den meisten nerien steht immer eine grössere Zahl Destillirkessel neben einander und hinter selben läuft ein gemeinsames Rohr n mit Naphta hinweg, von welchem aus Z röhren n_1 zur Speisung der einzelnen Kessel abgehen, desgleichen ein Dampfrohr mit Zweigrohr d_1, um die Destillation in jedem einzelnen Kessel durch Einleitung gespanntem Dampf unterstützen zu können. E ist das an der tiefsten Stelle des Ke eingesetzte Abflussrohr für die Rückstände. Das Mannloch m dient zum Reiniger Kessels. Als Kühler werden bei der Kerosindestillation durchweg Wasserk verwendet; sie sind in den meisten Fabriken hinter den Destillirkesseln aufgestellt stehen mittels eiserner Röhren mit den Kesselhelmen unmittelbar oder unter Eins tung von ein oder zwei Dephlegmatoren in Verbindung.

Fig. 103.

Fig. 104.

Von sonstigen Destillirkesseln ist der Flammrohrkessel von Popelka zu erwäh bei welchem in dem unteren Theile des elliptischen Kessels ein Feuerrohr a (Fig. und 106) eingebaut ist, welches durchgehends geschweisst ist, an dessen Ende angeschweisstes Wellrohr b sich befindet und welches an einen vorderen und hint Boden angeschweisst ist, der mit dem eigentlichen Kesselboden vernietet ist. Die schaltung des Wellrohrstückes hat den Zweck, die Dilation des Feuerrohres zu er lichen. Aus demselben Grunde sind die Böden g des Kessels flach durchgef Hierdurch erhält man einen niet- und nahtlosen ersten Feuerzug. Der zweite bestreicht die seitlichen Wände des Kessels durch die Kanäle c, und auch bei di treffen die Heizgase bei einer Kessellänge bis 7 m ausser einigen Bodennieten Quernaht und Niete. Dasselbe gilt auch für den dritten Zug d, welcher unterhal Kessels geführt ist. Durch die stetige Wallung des Rohpetroleums oberhalb Feuerrohres und in Folge dessen convexer Form soll sich der ausscheidende Kok untersten Punkt des Kessels ansammeln, wo ein Ausglühen der Bleche im dritten ausgeschlossen ist. Um die freie Ausdehnung des Destillirkessels zu ermöglichen doch die Vorfeuerung vor zerstörenden Wirkungen zu schützen, ist das erste Pra paar e bei der Vorfeuerung starr mit dem Mauerwerk verbunden, die anderen Pr sind jedoch mit Rolllagern versehen. (J. 1895.)

Rückstandsfeuerung. Bei dem fast gänzlichen Mangel an Holz und K in der Umgebung Baku's hat man sich in den dortigen Raffinerien von Anfan darauf eingerichtet, die bei der Destillation in grosser Menge (etwa 55 bis 60 P hinterbleibenden schwersiedenden Rückstände, dortselbst von den tartarischen Arbe

ud", von den Russen „Astatki" genannt, als Brennstoff zu benutzen. Für
tillation von 100 Th. Rohnaphta auf Kerosin werden 3 bis 4 Th. Rückstände
cht. — Der Rückstandsbrenner, dort „Forsunka" genannt, kommt in

Fig. 105. Fig. 106.

rschiedenartigsten Formen zur Anwendung. Immer läuft es darauf hinaus, dass
ckstände durch gespannten Wasserdampf zerstäubt und dann verbrannt werden.
bung mittels Luft hat sich nicht bewährt; die frei zutretende Luft reicht zur
nnung vollständig aus und schon dabei können Flammentemperaturen erzielt
, welche das Schmiedeisen zum Schmelzen bringen. Aus diesem Grunde müssen
sselboden, Heizröhren u. dgl. vor zu unmittelbarer Berührung mit der Flamme der
ka geschützt werden. Die Fig. 107 (S. 108) zeigt eine in Baku vielfach verwendete
ka; sie besteht aus dem 26 mm lichtweiten Eisenrohre *D*, das an seinem vorderen
latt geschlagen ist, so dass nur noch ein etwa 0,5 bis 1 mm weiter Schlitz offen
durch welchen der durch dieses Rohr geleitete Wasserdampf hervordringen
Die Zuleitung der Rückstände erfolgt durch Rohr *N*, wobei das aus demselben
sende dicke Oel in einem napfartigen Aufsatz sich vertheilt, um am vordersten
ber den Dampfschlitz herunter zu fliessen, durch den ausströmenden Dampf aufs
zerstäubt und dann verbrannt zu werden. Die Anordnung dieser Forsunka
inem Destillirkessel ergibt sich aus Fig. 101 und 102 (S. 105). Je nachdem
Röhre *D* die Form von Fig. 108 (S. 108) ertheilt, nimmt der entstehende Flammen-
eine mehr spitze, breite oder mittlere Form an. Durch Hähne, welche sich in
längerung der Röhren *N* und *D* finden, wird der richtige Zutritt von Dampf und
inden geregelt. — Eine zweite häufig angewendete Forsunka, System Brand, ist
109 (S. 108) abgebildet. Durch das Gussstück *a* aus Messing gehen Röhren *b* und *m*
h, erstere für die bei *N* eintretenden Rückstände, letztere für Wasserdampf, der
utritt. Die Rückstände treten durch einen ringförmigen, mittels Kegels *f* vom
und Spindel *g* zu verstellenden Schlitz aus, während der Dampf durch einen
en angeordneten Schlitz entweicht. Zwischen Kegel *f* und dem ebenfalls ver-
en Kopfstück *i* vermischen sich beide und treten bei *s* als feiner Strahlenbüschel
elcher angezündet wird. Die Regelung von Dampf und Rückständen erfolgt
nittels der Hähne *o* und *l*, welche bei Gebrauch des Brenners vollständig

geöffnet sind, sondern durch das Verstellen des Kegels *f*. Die Vorzüge der Forsu
Feuerung bestehen in sehr hoher Heizkraft, geringem Raume für den Brennstoffv

Fig. 107.

Fig. 108.

Fig. 109.

und für die Feuerung selbst, leichter Bedienung und Regulirbarkeit, sowie e
rauchfreier Verbrennung. (Vgl. J. 1893, 63.)

Bei der absatzweisen Destillation werden in kleinen Anlagen Bak
stehenden, in den grösseren Raffinerien sowohl diese, als auch die sogen. Waggon
neuerdings jedoch meist die Walzenkessel verwendet. Die Rohnaphta wird in
kleineren Anlagen aus dem eisernen Behälter unmittelbar in die Destillirkessel ge
die Forsunka (Brenner) wird angezündet, dadurch der Destillationsprocess eing
und so lange fortgesetzt, als noch Leuchtöl übergeht. — Jede grössere Raffinerie
einen oder mehrere frei stehende eiserne Behälter, worin die Naphta vor der Desti
zum vollständigen Absetzen von Sand, Wasser u. dgl. vor ihrer Weiterverarb
immer einige Tage ruhig stehen soll. Diese Behälter stehen entweder so hoch
die Naphta durch die unten abzweigende Eisenrohrleitung von selbst in die De
kessel abläuft, oder aber es sind Pumpen, bez. Druckkessel in die Leitung eingesc
durch welche die Naphta gehoben werden kann. Ausserdem fliesst die letztere
besser eingerichteten Anlagen nicht unmittelbar in die Destillirkessel, sonder
vorher mittels der von vorausgehenden Destillationen stammenden, sehr heissen
stände auf 80 bis 130° vorgewärmt. Es geschieht dies entweder in der Weise
man die Rohnaphta in Röhren durch die in grossen Behältern befindlichen Rück
hindurchfliessen lässt, oder aber, indem man umgekehrt die heissen Rückstände au
Wege ihrer Ableitung aus dem Destillirkessel in die Aufbewahrungsbehälter in ei
Röhren durch grosse Kasten aus Eisenblech hindurch leitet, in welchen sich die
her zu destillirende Rohnaphta befindet. Durch dieses Vorwärmen erzielt ma
doppelten Vortheil einer Ersparung an Heizmaterial, sowie einer Schonung des De
kessels, welcher, selbst noch heiss, auf diese Art vor zu plötzlicher Abkühlung ges
wird. Die kalte oder vorgewärmte Rohnaphta wird in den Destillirkessel bis
oder $^4/_5$ Füllung desselben eingeleitet. Noch während des Füllens wird die For
angezündet und erst wieder gelöscht, wenn die letzten Theile Kerosin überge
sind. Der bei der Kerosindestillation allgemein verwendete gespannte Dampf
entweder bald nach Anheizen des Kessels, oder erst später angestellt und tritt m
durch ein der ganzen Länge des Kessels nach liegendes, siebförmig durchlochtes I
rohr in die Naphta ein. Die aus dem Kessel entweichenden Dämpfe gehen ent
unmittelbar in den Kühler, oder, wie bereits erwähnt, erst in die Separatoren,
schwereren Theile zurückgehalten werden. Beim Auslaufe des Oeles wird
specifisches Gewicht unter ununterbrochener Prüfung gehalten und je nach
Befunde leitet man das Product in Rinnen, welche nach den Behältern für Benzi
Kerosine führen. Seltener für die Benzine, meist dagegen für die Kerosine thei

lauf noch in verschiedene Unterfractionen, durch deren Vermischung in be-
en Verhältnissen man dann die Handelsmarken verschiedenster Art herstellt: die
nur aus den Mittelfractionen, den sogen. Herzbestandtheilen, die geringsten
Anfangs- und Endfractionen unter Ausschluss der Herzbestandtheile, mittlere
durch Untereinandermengen der verschiedensten Theile (vgl. J. 1897, 42 u.
- Die meist über 300° heissen Rückstände lässt man durch Oeffnen des Ablass-
unmittelbar oder unter Benutzung ihrer Hitze zum Vorwärmen der Naphta in
rte und gut cementirte Behälter ablaufen. Der leere Kessel bleibt zur Abküh-
nige Zeit offen stehen; alsdann wird er wieder frisch gefüllt. In 24 Stunden
durchschnittlich $2^1/_2$, höchstens 3 Destillationen ausgeführt werden. Die jedes-
Füllung Rohöl beträgt in den stehenden Kesseln (in grossen Fabriken) 80 bis
den Waggonkesseln 300 bis 400, in den Walzenkesseln 170 bis 270 hk, woraus
tägliche Leistung unter Annahme von 27 bis 33 Proc. Kerosinausbeute leicht
nen lässt.

ie stetige Destillation kommt in Walzenkesseln, welche 170 bis 200 hk
fassen, zur Ausführung; 18 solcher Kessel, welche in einer Reihe neben einander
bilden immer ein System, in dessen ersten Kessel die Naphta einfliesst, von da
zweiten übertritt u. s. w., um aus dem letzten, dem 18., von den leichten Oelen
n Leuchtölen befreit, als Rückstand abzulaufen. Jeder folgende Kessel liegt
ige Centimeter tiefer als der vorhergehende. Die 4 ersten Kessel, etwas grösser
14 folgenden, haben eine Feuerung nach Art der Cornwallkessel und dienen
btreiben des Benzins, überhaupt der leichten Oele, weshalb sie kurzweg „Benzin-
genannt werden, während aus den folgenden, den „Kerosinkesseln“, das
öl abdestillirt wird. Ihre allgemeine Form entspricht den Figuren 103 u. 104
5).

uf die Vorschläge zur ununterbrochenen fractionirten Destillation des Erdöles
ason (J. 1893, 64) und Schuchow (J. 1888, 75; 1893, 66) sei verwiesen.

ie chemische Reinigung des durch die Destillation gewonnenen Kerosins
den Raffinerien von Baku durch eine Behandlung des Oeles mit Schwefelsäure,
tron und Wasser bewerkstelligt. Die Apparate bestehen durchweg aus zwei
nartig übereinander aufgestellten eisernen Behältern von cylindrischer Gestalt
chterförmigem Boden und Ablassventil an der tiefsten Stelle desselben, so dass
halt des höher stehenden Behälters bequem nach dem tieferen und von diesem in
mmelbehälter zur Aufbewahrung abgelassen werden kann. Je nach Umfang
triebes fasst ein solcher Behälter in den grösseren Raffinerien 1000 bis 2000 hk
n. Der höher stehende Behälter, welcher zur Behandlung des Oeles mit
felsäure dient, ist mit Blei ausgeschlagen; ausserdem liegt über demselben ein
ner Röhrenkranz, aus welchem die Schwefelsäure durch feine Löcher zugeleitet
kann, ferner ein Drehkreuz zum Ausspritzen von Wasser nach Art eines
er'schen Wasserrades und endlich ist jeder Behälter, da das Ganze im Freien
mit Blechdach versehen, welches entweder unmittelbar auf dem Behälter auf-
oder aber zur besseren Beobachtung des Inhaltes in 0,5 bis 1 m Höhe darüber.
chutze vor den bei der chemischen Reinigung entweichenden Dämpfen ist dann
wischenraum zwischen Behälter und Deckel wohl auch mit Glasfenstern ver-
en und befinden sich im Deckel Klappen, welche während des Processes geöffnet
Die Mischung des Oeles mit den Chemikalien erfolgt mittels Luft, welche aus
Druckpumpe kommt und durch ein senkrecht bis zur tiefsten Stelle des Kessel-
eingesetztes Blei- bez. Eisenrohr, welches unten entweder in Gestalt einer sog.
verzweigt oder auch nur, der häufigere Fall, gerade abgeschnitten ist, eintritt.

Zur Beobachtung und Bedienung der Apparate laufen um den Rand der Be eiserne, durch Treppen zu ersteigende Galerien herum.

Zuerst erfolgt die Säuerung des Oeles durch innige Mischung desselb concentrirter Schwefelsäure von mindestens 92 Proc. Hydratgehalt. Die Meng Schwefelsäure wechselt und muss um so grösser genommen werden, je rascher d destillirt worden ist. Die geringste Menge war 0,6 Proc. vom Gewichte des Ke in gut geleiteten Betrieben stieg dieselbe nicht über 0,9 Proc., nur ausnahmsweis 1 Proc. Die Säure strömt unter Lufteindrücken und Rühren des Oeles langsam den Röhrenkranz zu und wird etwa $1^1/_2$ bis 2 Stunden weiter gemischt, wob wärmung des Oeles unter Entwickelung von Schwefligsäure eintritt. Man lässt ab giesst die unten abgesetzte Schwefelsäure durch ein besonderes Zweigrohr ab, u bei einer folgenden Behandlung wiederholt zu verwerthen, und versetzt das K ein zweites Mal mit frischer Säure. Es kommt sonach jeder Posten Säure 2m Verwendung und wird das Kerosin 2mal mit Säure behandelt. Nach der z Säuerung folgt ein Waschprocess mit kaltem Wasser, wobei jedoch letzteres des Drehkreuzes nur aufgespritzt und nicht mehr besonders mit dem Oele ge wird, weil die Wiederscheidung eine zu langwierige wäre.

Nach etwa einstündiger Klärung folgt das Ablassen und Ueberleiten in den stehenden Behälter und die Behandlung mit Natronlauge. Dabei empfie sich, zuerst eine stärkere (1,28 bis 1,35 spec. Gew.), dann, für leichtere Klärun dünnere Lauge zu nehmen, also 2mal hinter einander zu laugen. Die Menge de natrons richtet sich nach dem Säuregehalte des Oeles; bei richtiger Vorarbeit nicht über 0,3 Proc. gebraucht werden. Manche arbeiten dabei mit Lackmus genau auf neutrale Reaction. Nach Behandlung mit Natronlauge darf nicht me Wasser gewaschen werden, weil die geringe Menge gelöster Natronseife dabei sic setzt und nur schwer zu beseitigende Trübung bewirkt. (Vgl. J. 1890, 39; 189 1897, 37.)

Der von der Badischen Anilin- und Sodafabrik empfohlene M apparat besteht aus einem cylindrischen Gehäuse D_3 (Fig. 110), in welche concentrisch in einander steckende förmige Düsen D_1 und D_2 münden. inneren Düse D_1 wird durch Rohr A luft bez. Gas oder Druckflüssigkeit un Zwischenraum zwischen Düsen D_1 u durch Rohr B die zu zerstäubende zugeführt. Oberhalb der Düsenmünd hat das Gehäuse eine kegelförmig engung und darüber eine trichterf Erweiterung F, welche durch eine K K verschliessbar ist. Das untere En Gehäuses ist mit Schlitzen E versehe die zu reinigende Flüssigkeit eintret lassen. — Der Apparat wird am t Punkt eines mit Rohöl bez. Destillate selben gefüllten Kessels aufgestellt, d häuse füllt sich mit dem Oel, un Apparat wird dadurch in Thätigkeit g dass durch A und somit durch die Düse D_1 Luft oder Gase unter Druck eingepresst werden. Dieser Strahl bewir geöffneter Klappe K eine heftige Aufwärtsbewegung des Oeles im Apparat

Fig. 110.

F. In dem Rührwerk wird das jeweilig zu reinigende Destillat central aufsteigen
arauf wieder dem tiefsten Punkt zuströmen, wo es bei E in den Apparat ein-
gt wird und dann von Neuem in den Kreislauf eintritt. Durch die Leitung B
die rauchende Schwefelsäure zu. In dem Augenblick, wo sie zwischen die
rungsflächen des aus D_1 kommenden Luft- bez. Gasstromes und des in D_3 befind-
Oelstromes von verschiedener Geschwindigkeit gelangt, wird sie mitgerissen,
ien jenen Flächen fein zerrieben und in diesem zerstäubten Zustande dem in dem
rat aufsteigenden Oel zugemischt. Ist die Zerstäubung beendet, so schliesst man
lappe und lässt so viel Druckluft durch A in den Apparat eintreten, dass sie, bei
tretend, das Oel in wallende Bewegung bringt. Dadurch erzielt man ein rasches
isammenballen der fein vertheilten Säureharztheilchen und ein schnelles Absetzen
iureharzes nach Beendigung der Luftrührung. In der Abklärungsperiode ver-
t die geschlossene Klappe A, dass Säureharze in den Apparat und in die Düsen
gen können. Der Apparat ist so eingerichtet, dass die aus dem Oel sich
enden Säureharze überall von demselben abfliessen.

Es wird $^1/_3$ bis $^2/_3$ Oleum gegenüber der Verwendung von gewöhnlicher concentrirter
felsäure verbraucht. Die vortheilhafte Stärke schwankt bei Benzin zwischen 20 und
oc., bei Petroleum zwischen 10 und 20 Proc., bei Schmieröl zwischen 5 und 20 Proc., bei
lin zwischen 20 und 30 Proc. Anhydridgehalt des zu verwendenden Oleums. — Die
st noch als Verunreinigungen zurückbleibenden, durch das Oleum nicht abgeschiedenen
harze (bez. Sulfurirungsproducte) können leicht dadurch entfernt werden, dass man das
e Gemisch nach dem Ablassen der gewöhnlichen Harze mit einem kleinen Procentsatz
nlicher Schwefelsäure behandelt und dann erst mit Wasser und Alkalien auswäscht. —
iwendung dieses Verfahrens werden bessere Erfolge erzielt als bei Verwendung von gewöhn-
concentrirter Schwefelsäure oder von Oleum ohne Zuhülfenahme dieses Apparates. Be-
rs ist das raffinirte Oel viel heller als das nach den beiden letztgenannten Verfahren
ene. Alsdann wird das Raffinat durch dauernde Belichtung immer heller, während die
n mit gewöhnlicher concentrirter Schwefelsäure gereinigten Destillate anfangs nur wenig
en, bald jedoch in der Farbe zurückgehen und gelb werden. Endlich ist auch bei der
gung mit Oleum nach dem vorliegenden Verfahren der Oelverlust ein wesentlich geringerer
ch den seitherigen Reinigungsmethoden.

Ein gekracktes galizisches Petroleum von 0,820 spec. Gew. wird behufs Ent-
rung mit etwa 0,25 Proc. Schwefelsäure von 66° B. auf gewöhnliche Weise vorgesäuert
ie Säure und die Säureharze abgezogen. Darauf wird ein Theil des Petroleums durch den
iubungsapparat gedrückt und währenddem 1 Proc. rauchende Schwefelsäure mit 10 Proc.
t an freiem Anhydrid in den Apparat einlaufen gelassen. Nach beendeter Einstäubung
leums in das Petroleum lässt man Luft eintreten und entmischt das Gemenge von Petroleum
äureharz, zieht die Hauptmenge des letzteren ab und arbeitet mit 0,5 bis 1 Proc. gewöhn-
concentrirter Schwefelsäure nach entweder in vorbeschriebener Weise oder dadurch, dass
nit Luft rührt und die besagte Säuremenge zulaufen lässt. Nach Abscheidung der Harze
in demselben oder in einem zweiten Gefäss der Laugprocess vorgenommen werden. —
t gekracktes Petroleumdestillat wird durch Vorsäuerung entwässert, darauf nach
sen der Vorsäure mit Pressluft der Mischapparat in Thätigkeit gesetzt und 1 Proc. rauchende
efelsäure mit 20 Proc. Gehalt an freiem Anhydrid in das den Apparat durchströmende Roh-
eum eingestäubt. Nach dem Schliessen der Klappe wird durch fortgesetzte schwächere
gitation das Gemenge entmischt und nach dem Abziehen der Harze der Reinigungsprocess
die Laugung beendet. Bei Oelen, die durch den Sauerstoff der Luft oxydirt werden,
man sich zur Mischarbeit eines indifferenten Gases, z. B. der Kohlensäure oder desoxydirter
oder der Erde entströmender Gase (Methan, Aethan u. dgl.) bedienen. — Durch Vorsäuern
ssertes Benzin wird unter Benutzung des Zerstäubers (Mischapparates) durch sich selbst
t und währenddem 0,5 Proc. bez. 0,25 Proc. rauchende Schwefelsäure mit 20 Proc. bez.
oc. Gehalt an freiem Anhydrid eingestäubt. Nach dem Abklären der Mischung und nach
ntfernung der Säureharze wird das Benzin gelaugt. (J. 1897.)

Nach ferneren Angaben der Badischen Anilin- und Sodaindustrie hat der An-
ung rauchender Schwefelsäure zur Reinigung von Erdölen oder deren Destillaten unter
em auch der Missstand entgegengestanden, dass namentlich Schweröle und gekrackte Oele
der Behandlung mit Oleum dunkel gefärbt waren und einen unangenehmen Geruch hatten.
urde nun gefunden, dass diese Missstände verursacht werden durch von der Einwirkung

der rauchenden Schwefelsäure herrührende Producte, welche kurz als Sulfurirungspro
bezeichnet werden können und beim Behandeln mit rauchender Schwefelsäure im Oel
zurückbleiben und beim Waschen und Laugen in Säure und sogen. Harzkörper zerfallen
dass diese Harzkörper im Oel gelöst die dunkle Färbung und den unangenehmen Geruch erze
Es wurde ferner gefunden, dass diese Sulfurirungsproducte leicht dadurch entfernt w
können, dass man das mit rauchender Schwefelsäure vorbehandelte Destillat nach dem Abl
der gewöhnlichen ausgeschiedenen Harze noch mit einem kleinen Procentsatz gewöhnl
Schwefelsäure (von 75 bis 100 Proc. H_2SO_4) in üblicher Weise behandelt und dann ers
Wasser und Alkalien auswäscht. Das neue Verfahren gestattet also, mit wenig Oleum
wenig gewöhnlicher Schwefelsäure die Oele bis zu einem hohen Grad der Reinheit zu raffi
und so die bisherige Reinigung der Oele mit gewöhnlicher Schwefelsäure allein durch
bessere und billigere Behandlungsart (mit rauchender Schwefelsäure und Nachbehandlun
gewöhnlicher Schwefelsäure) zu ersetzen.

Es werden z. B. 10 t galizisches Rohbenzin (spec. Gew. 0,730), welches mit 25 k gew
licher Schwefelsäure entwässert und mit 50 k rauchender Schwefelsäure von 60 Proc. an f
Anhydrid behandelt worden ist, mit 25 k gewöhnlicher concentrirter Schwefelsäure (92
H_2SO_4) innigst gemischt und nach dem Ablassen der Säureharze gewaschen und gelaug
50 t gekracktes galizisches Petroleum (spec. Gew. 0,825), welches auf bekanntem
entwässert und mittels eines Düsenmischapparates innigst mit 500 k Oleum 20proc. ges
worden ist, werden nach dem Ablassen der Oleumharze noch mit 250 k concentrirter Schw
säure (94 Proc. H_2SO_4) innigst gemischt. Nachdem auf diese Weise die nach der Oleumbe
lung noch ungelöst gebliebenen Sulfurirungsproducte aus dem Destillat extrahirt und in
von Säureharz zur Abscheidung gebracht worden sind, wird gewaschen und gelaugt.

15 t amerikanisches Maschinenöl (spec. Gew. 0,905), welches entwässert un
450 k Oleum 5proc. behandelt worden ist, werden mit 300 k Schwefelsäure von 92 bis 96
H_2SO_4 durch Rühren mit Luft gemischt und nach der Entfernung der hierbei abgeschie
Säureharze (jener Auflösung der nach der Oleumbehandlung zurückgebliebenen Sulfurir
producte in concentrirter Schwefelsäure) wird die Raffination dieses Destillats durch Lau
beendet. — 20 t russisches Schmieröl (spec. Gew. 0,930), welches nach dem Entwä
mit 800 k Oleum 5proc. behandelt worden ist, werden mit 200 k concentrirter Schwefel
innig gemischt und nach dem Ablassen der Harzlösung durch Laugen und Waschen fertigge
— 10 t galizisches Paraffinpressöl (gekracktes Destillat vom spec. Gew. 0,902) we
nachdem sie im entwässerten Zustand mit 700 k Oleum 10proc. behandelt und von den
geschiedenen Oleumharzen getrennt worden sind, mit 200 k Schwefelsäure (85 Proc. H
innig gemischt, die entstandene Lösung der Harzkörper in Säure zur Abscheidung gebrach
die Raffination durch Laugen und Waschen beendet. (Vgl. J. 1897, 54.)

In Pechelbronn erfolgt die Destillation des rohen Oels und dessen Theilung
der Dichtigkeit. Man erhält dadurch: a) Oele für Bearbeitung zu Beleuchtu
zwecken; b) schwere grüne Oele zu Paraffin; c) sehr feste Koks am Boden der K
wenn man keinen Absatz für Theer hat. Ist derselbe vorhanden, so gewinnt
Theer und weniger grünes Paraffinöl. — Die weitere Behandlung der Brennöle er
mit 4 Proc. Schwefelsäure und durch Waschen mit einer Lösung von krystallisi
Natroncarbonat. — Dann folgt eine neue Destillation der bearbeiteten Oele in
Kesseln. Dabei erhält man: a) Petroleumproducte von 0,65 bis 0,70 spec. G
b) solche von 0,70 bis 0,745 spec. Gew., c) Oele von 0,800 und d) schwere Petrol
brennöle von 0,825 Dichtigkeit, e) schwere Paraffin-Schmieröle und f) weiche T
sorten. Die Oele a) b) c) und d) werden mit Säure und Natron gereinigt und
verkauft. Die schweren grünen und rothen Paraffinöle b) und c) gelangen in B
behälter, welche gekühlt werden. Paraffin krystallisirt aus, das Oel zieht man
dem Paraffingemenge ab, und das Paraffin kommt in Säcken unter eine Handpr
dann zwischen die Platten einer Presse und endlich unter die hydraulische Pr
Die Abtropfproducte von den Pressen werden mit den Abzugölen gemengt und
kauft, die Oelgemenge auf Schmieröl verarbeitet und die grünen Oele zur Berei
von reichem Gas verwendet. Das grüne und weisse Paraffin erhalten die Ke
fabrikanten roh. Die ersten kleinen Mengen von der Destillation der Oele mit
bis 0,70 Dichte heissen Benzin und werden in Saarbrücken in Sicherheitslampen
braucht (jährlich 3000 hk). Die dann kommenden Mengen sind die eigentli

zen; hierauf folgen die 0,80 schweren Brennöle mit einer Entzündlichkeit über Die 0,825 bis 0,83 schweren Petroleumarten bilden die ersten Mengen der ren Oele. — Alle diese Oele sind farblos mit bläulichem Schein und ohne Geruch. then Oele werden mit russischen und pflanzlichen Oelen zu Schmieröl verarbeitet. n Kesselboden nimmt bei dieser zweiten Destillation der Theer ein, der schwer flich ist. — Aus 100 k Rohöl werden zusammen 84 *l* Producte im Werthe von Frcs. gewonnen. — In der Hauptraffinerie erfolgt die Destillation in den Blechkesseln mit gusseisernem Boden, die nach aussen ausgebaucht sind und is 150 hk Oel fassen. Sie sind über einem Herde eingemauert und haben oben Dom mit mehreren Rohransätzen, an denen die Aufgebeleitungen und die nenhälse zur Entwickelung der Oeldämpfe angenietet sind. Die Condensation ben erfolgt in Schlangenrohren, welche sich in Wasserkästen befinden. Die Oel-ation erfolgt sehr langsam, um jede Zerlegung zu verhindern und eine Sonderung ichtigkeit zu erhalten. Eine Operation dauert je nach der Kesselgrösse 10 bis ge; die Temperatur erhält man durch den Herd und durch überhitzten Dampf inen schmiedeisernen Röhren, die sich schlangenförmig in einer gemauerten ner über einem besonderen Herde befinden. Jeder Destillirkessel besitzt einen at zum Ueberheizen des Dampfes. Bei den rohen Oelen destillirt man, bis der l leer wird. Nach jeder Operation wird der auf dem Kesselboden gebildete entfernt; er beträgt 2 bis 7 Proc. der Ladung. Die Raffinerie in Sulz wollte die im leeren Raume reinigen, was aber nicht befriedigend ausfiel. Die Bearbeitung einigung der Oele erfolgt hier in grossen Cylinderbottichen mit durchlochten n am Boden. Das Durcharbeiten der Oele und der Säure oder des Natrons ieht durch Pressluft. (J. 1894; vgl. auch J. 1887, 77; 1888, 69.)

Ueber die Erdölverarbeitung in den Vereinigten Staaten werden (J. 1894, olgende Angaben gemacht: Man pumpt das Oel auf eine grosse stählerne bez. edeiserne Blase und treibt mit freiem Feuer und überhitztem Dampfe die leichteren über. Man destillirt zunächst die „Naphta" (naphta), dann das „weisse Erdöl" e oil distillate), schliesslich ein mehr gelbes Product, das „gewöhnliche Erdöl" non oil distillate) ab. Den im Kessel verbleibenden Rückstand, die Residuen pumpt man in einen besonderen Kessel (tar still) über und treibt darin das Oel ändig ab. Zunächst kommt ein leichteres, wenig Werth besitzendes Oel (light fine oil), schliesslich das werthvolle schwere Paraffinöl (heavy paraffine oil). Im l verbleibt ein Koks, den man, wenn er sich in reicherer Menge angesammelt hat, sbricht. Die meisten dieser Oele werden durch fernere Destillation bez. auch nur chemische Reinigung weiter veredelt.

1. Verarbeitung der Naphta. Die aus dem Rohöle überdestillirte Naphta wird auf besonderen Blase (Naphta-still) fractionirt. Man fängt auf: das „leichte Gasolindestillat" nf Fractionen, was nachher kommt, das „schwere Naphtadestillat", ebenfalls in fünf ionen. Im Kessel verbleibt ein aus Leuchtöl bestehender Rückstand.

A) Leichtes Gasolindestillat (light gasoline distillate):

1.	Theil	redestillirtes	Gasolin	Durchschnittsgewicht	90° B. bei 15°
2.	„	„	„	„	88°
3.	„	„	„	„	87°
4.	„	„	„	„	86°
5.	„	„	„	„	76°

B) Schweres Naphtadestillat (Heavy naphta-distillate):

1.	Theil	desodorisirte	Naphta	Spec.	Durchschnittsgewicht	74 bis 76° B. bei 15°
2.	„	„	„	„	„	67,5 „ 76°
3.	„	„	„	„	„	63°
4.	„	„	„	„	„	61 bis 62°
5.	„	redestillirte	„	„	„	58 „ 63°

C) Naphtarückstand. Derselbe verbleibt in der Blase, und wird, wenn er si grösserer Menge angesammelt hat, auf die Leuchtölsorten „water white“ und „standard w verarbeitet. Die aus der Naphta dargestellten leichtflüchtigen Präparate werden als Lös mittel in verschiedenartigster Weise verwendet. So dienen die Gasoline je nach der das specifische Gewicht ausgedrückten Qualität: zum Lösen von Firnissen (als Substitu Terpentin), zum Lösen von Japan-Lack, zum Lösen von Gummi, behufs Herstellung von Gu cement, als Oel für Löthlampen, zur Extraction aller Arten ölhaltiger Samen.

2. Verarbeitung des „weissen Erdöldestillates“ (white oil distillate). Das ist das bei weitem wichtigste Product der Fabrikation, der Grundstoff für die verschie Leuchtöle (Illuminating oils). Je nachdem man mehr oder weniger feuersicheres Oel erze will, nimmt man bei der Destillation der Rohnaphta weniger oder mehr von den leicht siede Kohlenwasserstoffen zu den einen höheren Siedepunkt und damit auch einen höheren Fl punkt besitzenden Antheilen hinzu. Die Tabelle zeigt, wie viel Procente von dieser oder Qualität Leuchtöl mit diesem oder jenem Flammpunkte aus Rohöl abdestillirt werden könn

Bezeichnung der Leuchtölsorte	Flammpunkte Grad F.	Ausbeuten, auf Rohöl bezogen Proc.
Standard white	110 (43° C.)	10
Standard white	120	15
Standard white	150	29
Water white	110	3
Water white	120	3
Water white	150	12
Head-light	175	2
Mineral seal	300	1

Die gebräuchlichsten Leuchtölsorten sind:

	Flammpunkte				
Standard white	110	120	130	140	150° F.
Water white	110	120	130	140	150° F.

Ausser diesen gelangen noch eine Anzahl anderer Oele auf den Markt. Stets hat man mit Mischungen höher oder nieder siedender Kohlenwasserstoffe zu thun. Die Leuch werden namentlich in West-Europa verbrannt, während Amerika selbst nur wenig d verbraucht.

3. Verarbeitung des gelben Erdöldestillates (common oil distillate). Dass wird nochmals destillirt und gibt dann weisses Erdöl und leichtes Paraffinöl. Ersteres hochtestiges Leuchtöl, letzteres dient als Feuerungsmittel.

4. Leichtes Paraffinöl (light paraffine oil). Dasselbe wird unter den Dampfkes verbrannt.

5. Verarbeitung des schweren Paraffinöles (heavy distillate). Das schw Paraffinöl bildet die Grundsubstanz für Schmieröle und Paraffin. Behufs Abtrennung Paraffins wird das mit Schwefelsäure gesäuerte und gelaugte Oel einer längere Zeit andauern Kälte ausgesetzt. (Vgl. J. 1897, 56.)

Zur Entschweflung von Erdöl empfahl Heusler Chloraluminium, sich aber nicht bewährt hat (J. 1895, 21; 1897, 65). Sommer empfiehlt Kup sulfat (J. 1896, 29). Für Limaöl wird Salpetrigsäure empfohlen (J. 1895, 33), m aber noch das Verfahren von Frasch mit Metalloxyden (J. 1894, 29).

Die Ausbeute an den einzelnen Producten der Erdöldestillation is nach Art der Arbeit sehr verschieden (vgl. J. 1888, 73). Je mehr Benzin Schweröle zu dem eigentlichen von 150 bis 290° siedenden Brennöle genommen werd desto mehr von letzterem, aber auch von um so geringerer Beschaffenheit wird erhal und umgekehrt. Deshalb herrscht auch in den Ausbeuteangaben der verschiede Raffinerien keine Uebereinstimmung. Aus zahlreichen Mittheilungen ergeben sich Baku folgende Ausbeutewerthe:

Benzin (mit Gasolin)	5 bis 7 Proc.
Kerosin I (Brennöl)	27 „ 33
Kerosin II (Solaröl)	5 „ 8
Rückstände	50 „ 60

[I]m Allgemeinen werden hier zur Gewinnung von 1 Th. Kerosin 3,5 Th. Rohnaphta [bra]ucht. Je rascher man destillirt, desto mehr, aber auch um so schlechteres Kerosin [e]rhalten. Die Siedepunkte sind etwa folgende: für Benzin bis 150⁰, Kerosin [Sor]te 150 bis 270⁰, II. Sorte 270 bis 300⁰. Als „Gasolin" bezeichnet man in Baku [ü]ber 100⁰, also schwerer siedenden Theil des „Benzin", welcher etwa $^2/_3$ der ganzen [bis] 150⁰ siedenden Fraction ausmacht. Die specifischen Gewichte der Einzelfractionen [steigen] mit steigender Temperatur rasch in die Höhe. Bei einer im Grossen durch-[geführ]ten Destillation, wobei in Einzelfractionen von 5 zu 5⁰ aufgefangen wurde, zeigte [die ni]edrigst siedende, von 50 bis 55⁰ übergehende Antheil ein spec. Gew. von 0,658, [die Fr]action 150 bis 155⁰ von 0,764, die Fraction 265 bis 270⁰ von 0,8537 (bei 15⁰ [bestim]mt). Das zwischen 150 und 270⁰ überdestillirende Oel hatte den Entflammungs-[punkt] 30⁰. Nach Redwood's Angabe beträgt bei der Kaspischen Gesellschaft je [nach E]ntflammungspunkt die Ausbeute:

	Spec. Gew.	Entflammung	Ausbeute
Kerosin, Extra-Sorte . . .	0,815	30⁰	20 Proc.
Kerosin I. Sorte	0,820	25	33
Kerosin II. Sorte	0,821/822	22	38

[K]erosin II wird durch Mischen mit Gasolin ein geringwerthiges Leuchtöl dar-[gestell]t. — In der Nobel'schen Raffinerie hält sich die Ausbeute an Kerosin von [... E]ntflammungspunkt auf 27 Proc., von 50⁰ Entflammungspunkt auf 23 Proc. und [die spe]c. Gew. betragen für Benzin 0,754, für Gasolin 0,787, für Kerosin 0,820/822. [(J]. 1897, 43 u. 49.)

[D]ie dortigen Kosten für 1 hk (= 100 k) Brennöl (Kerosin) berechnen sich [fo]lgermaassen:

3,5 hk Rohnaphta	1,78 Mk.
Schwefelsäure	0,15
Aetznatron	0,11
Arbeitslöhne	0,06
Verwaltung	0,07
Kesselrevisionen	0,18
Tilgung (Amortisation) 15 Proc.	0,24
Zusammen	2,59 Mk.

[Z]u dem Brennöle kommen noch als Ausbeute 50 Proc., also rund 1,7 hk Rückstände, [die] zur Zeit einen Werth von etwa 40 bis 50 Pf. für 1 hk besitzen; ausserdem gehen 6 Proc. [Rücksti]ände in der Fabrikheizung (Destillation, Dampfkessel u. dgl.) auf. Die Arbeitslöhne [betrage]n für einen Arbeiter 40 Mark monatlich, sind also nicht hoch und dabei bilden die für die [gewöhn]lichen Arbeiten meist angestellten Tataren dortiger Gegend ein sehr zuverlässiges und [billi]ges Arbeiterpersonal. Bezüglich der Kosten für Neuanlage einer Raffinerie gilt [nach R]agosine als Norm, dass man bei grossen Raffinerien, mit mehr als 80 000 hk Jahres-[erzeugu]ng, die Productionsziffer in Hektokilogramm mit 1,2 multiplicirt, um die erforderliche [Summe] in Mark zu erhalten. Eine Fabrikeinrichtung zu 100 000 hk Jahreserzeugung kommt [demnac]h auf 120 000 Mk. zu stehen. Die Kosten sind, abgesehen von den Apparaten, dadurch [verhält]nissmässig gering, dass wegen des nur ausnahmsweise eintretenden Regenwetters Kessel, [Pumpen,] Behälter u. dgl. unmittelbar im Freien, also ohne Ueberdachung aufgestellt werden. Für [kleine F]abriken hat man anstatt mit 1,2 mit einer höheren Zahl, bis zu 1,8, zu multipliciren.

[D]ie Rückstände der in Baku betriebenen Kerosindestillation sind zur Erzeugung [von Sc]hmierölen ganz besonders geeignet. Die Rückstände zeigen 0,900 bis 0,910 [spec. G]ew., sind verhältnissmässig noch dünnflüssig und, wenn sie auch gegenüber den [amerik]anischen Rückständen nur äusserst geringe Mengen von Paraffin aufweisen, [deren G]ewinnung dieses letzteren sich deshalb auch entfernt nicht lohnen würde, so [liefern] sie bei der Destillation doch einen erheblichen Theil von Oelen, welche vermöge [ihrer h]ohen Zähflüssigkeit (Viscosität), ihrer Kältebeständigkeit und Feuersicherheit [die bes]tbekannten mineralischen Schmieröle abgeben. Nur die auf Tscheleken ge-

fundene Naphta zeigt den verhältnissmässig hohen Paraffingehalt bis zu 6 P während nach Redwood der bis jetzt gefundene höchste Gehalt der Naphta Baku 0,25 Proc. betrug.

Für Herstellung von Mineralschmieröl empfiehlt Veith einen Da überhitzer, bei welchem ein Rohr aus Schmiedeisen mit Gusseisen überzogen ist; äussere gusseiserne Hülle brennt schwer durch, kann höchstens Sprünge erleiden, aber, da sie auf eine schmiedeiserne Röhre aufgegossen ist, zusammengehalten; let kann nicht verbrennen, weil sie durch keine Stichflamme berührt wird. Der ü hitzte Dampf strömt in die Kessel ein und tritt bei einem Gabelrohre aus. Löcher müssen sich in der Weise im Rohre befinden, dass ein Theil des ausströme Dampfes gezwungen ist, den Boden des Kessels zu bestreichen, um ein Anbrenner Oeles zu verhindern und die letzten schweren Reste auszutreiben, währenddem anderer Theil des Dampfes theilweise seitlich, theilweise nach aufwärts strömt. Temperatur des überhitzten Dampfes liegt zwischen 220 und 270°. Die Kühlun maassgebend für die gute Beschaffenheit der Oele, denn trotz Anwendung von liegen in neuester Zeit ovalen Kesseln (zur möglichsten Herabsetzung der Steighöhe), genügend und richtig überhitzten Dampfes waren die Oele nicht ganz entsprech Veith verwendet einen Kessel *A* (Fig. 111) mit Helm *B* und Luftrohr *C*, we anfangs einen Durchmesser von 40 cm, im Verlaufe verjüngend, und die Form

Fig. 111.

Schlange mit Gefälle hat. An den Punkten *1*, *2* und *3* befinden sich die Ab für die jeweilig verflüssigten Oele, welche in die 3 Töpfe *D* und von dort i Behälter abfliessen. Die Wasserkühlschlange *E* ist für die allerleichtesten Prod der Ablass für die nicht mehr destillirbaren Schmierölrückstände ist bei *F*, *a*, *b* die Dampf-, bez. Oelzuleitungsstutzen, *c* das Mannloch. Ist der Rohölrückstand dem das Oel gewonnen wird, genügend vorgewärmt (gewöhnlich auf 120 bis 1 dann wird der überhitzte Dampf eingelassen. Der Ueberhitzer wird einige St vor Inbetriebsetzung erwärmt und der Dampf durchströmen gelassen. Wenn der D seine weissgraue Farbe verliert und beim Probirhahne blau und durchscheinen dann ist er zur Genüge erhitzt, um in den Kessel einzuströmen. Mit dem allmähl Einlassen des Dampfes beginnt auch die Destillation; die Oeldämpfe treten in die kühlschlange ein. Anfänglich verflüssigen sich bei der ersten Abflussstelle leichte nach $^1/_2$ bis 1 Stunde treten bei den einzelnen Abflussstellen die Condensationspro in der Weise auf, dass nunmehr diese natürliche Scheidung der Oele bis zum Sch

estillation aufrecht erhalten werden kann. Der Unterschied der einzelnen speci-
n Gewichte bei den Fractionen beträgt bis $^{15}/_{1000}{}^{0}$ zwischen je zwei Fractionen.
ieser Kühlung sind die Oele an der ersten Abflussstelle nahezu vollständig wasser-
uch die bei der nächstfolgenden sind es, während sich Wasser in grösserer Menge
nit den allerleichtesten Oelen condensirt und am Endpunkte der Schlange nur
Wasserdampf austritt. (Vgl. J. 1890, 39; 1895, 37.)

Bei Destillation von Mineralölen und deren Rückständen mit
itztem Wasserdampf zur Gewinnung von Schmieröl, tritt nach Pietsch vielfach
Uebelstand auf, dass sich bei dem im Kühler e bis e_9 (Fig. 112) hergestellten
um durch die Wassereinspritzung eine zu starke Wirkung der letzteren bemerkbar

Fig. 112.

it und in Folge dessen ein stossweises Herausschleudern des Destillats aus den
lschlangen erfolgt. Um diesem Uebelstande zu begegnen, ist vor dem Rohrende h
der Brause k an dem Rohr e_9 ein Luftventil n angeordnet, dessen Wirkungsweise
els Spiralfeder geregelt wird (J. 1889, 20).

Die wichtigste Verwendung des gereinigten Erdöls ist die zur Beleuch-
g in Lampen (S. 137). Da das Oel in den gebräuchlichen Erdöllampen bis 40^0 warm
den kann, so ist kein Leuchtöl ganz gefahrlos, welches schon unter 40^0 brennbare
npfe entwickelt (J. 1896, 32).

Die Untersuchung des für Leuchtzwecke bestimmten Erdöles [1]) geschieht in
tschland jetzt mit dem verbesserten Abel'schen Prober (J. 1882, 1090). Erdöl,
it untersucht, soll nach den jetzt gültigen Vorschriften frühestens bei 21^0 entzünd-
e Dämpfe geben; es wäre jedoch sehr wünschenswerth, wenn dieser sog. Abeltest
ht würde. Auch die leichter siedenden Producte des Erdöls, Gasolen, Naphta,
groïn werden oft zur Beleuchtung verwendet, indem sie theils in besonderen

1) J. 1880, 849; 1881, 1004; 1882, 1089; 1883, 1255; 1884, 1284; 1895, 24 u. 39; 1896,
1897, 62; 1898, 29.

Lampen verbrannt, theils aber zur Sättigung von atmosphärischer Luft oder Wasser mit leuchtenden Stoffen verwendet werden (S. 98).

Zur Herstellung von Leuchtgas in Retorten verwendet man Roherdöl, m aber die zu anderen Zwecken weniger gut verwendbaren schwerer flüchtigen Oele die bei der Rectification erhaltenen Rückstände (S. 116). Erdöl dient ferner Heizungszwecken in den bekannten Erdölkochern, selbst für Dampfk u. dgl. (S. 65).

Das durch Pumpen verdichtete, bei 0° siedende Cymogen diente früher Herstellung von künstlichem Eis, das bei 18° siedende Rhigolen oder Rhyo als Anästheticum, Naphta (Petroleumäther, Canadol) zum Ausziehen Fetten und fetten Oelen, Benzin zu Fleckwasser, zur sog. chemischen Reinigung Kleidungsstoffen [1]), Farben und Firnissen.

Chandler unterscheidet:

Spec. Gew.	Siedepunkt	
0,65 bis 0,66	40 bis 70°	Petroleumäther (Keroselen, Rhigolen, Sherwood-Oil), Lösu mittel für Harze, Kautschuk und Oel, sowie zur örtlichen Anä sie bei chirurgischen Operationen und zu Kälteerzeugu zwecken;
0,66 „ 0,69	70 „ 90°	Gasoline oder Gasolene (Canadol). Zur Extraction von O aus Samen u. dgl.; zur Wollentfettung und für Luftgasmaschi
0,69 „ 0,70	80 „ 110°	Naphta oder Benzin (Fleckwasser, *Safety Oil*, *Danforth's* zum Verfälschen des Kerosens und in grosser Menge zu I zwecken);
0,71 „ 0,73	80 „ 120°	Ligroïne. Zum Brennen in den Ligroïnlampen und zur B tung von Leuchtgasen;
0,73 „ 0,75	120 „ 170°	Putzöl. Zum Putzen von Maschinentheilen u. dgl.; als Terpe ölersatz zum Verdünnen von Oelfarben, Lacken u. dgl.

Paraffin- und Solarölindustrie.

Geschichte. Paraffin wurde, wenn auch unrein, als „Bergfett" 1819 von Buch aus Erdöl von Tegernsee abgeschieden (J. 1869, 709). Genauer untersucht wurde es Reichenbach, welcher es 1830 aus Buchenholztheer abschied und wegen seiner geri Verbindungsfähigkeit Paraffin (parum affinis) nannte. Selligue stellte es 1832 in grösse Maassstabe aus den Destillationsproducten bituminöser Schiefer her; 1847 wurde bei Ham dnrch Noblée eine Fabrik zur Destillation schottischer Wemyskohle, dann Bogheadk errichtet, 1849 eine solche für Blätterkohle bei Bonn; Young führte diese Industrie mit gro Erfolg in England ein. Die deutsche Braunkohlenschweelerei entwickelte sich seit 1856.

Paraffin wird gewonnen aus Erdöl, Erdwachs und den Destillationsproducten Braunkohlen und bituminösen Schiefern.

1. Die Abscheidung von Paraffin aus Erdöl (sog. Belmontin) wurde be S. 114 besprochen. Besonders erwähnenswerth ist noch das Weichparaffin, Vasel genannt, welches aus manchen Erdölen durch Filtration über Knochenkohle u. s gewonnen wird und zum Einölen von Metalltheilen, Hähnen, für Salben u. dgl. wendet wird (vgl. J. 1888, 38).

2. Erdwachs (Ozokerit, Neft-gil) wird besonders in Galizien gewon (Boryslaw seit 1854), ferner in Ungarn, Moldau, Kaukasus, Nordamerika [2]). gewonnenen Massen werden geschmolzen, das nach Absetzen des beigemeng Schmutzes erhaltene rohe Erdwachs zur Paraffingewinnung der fractionirten Destilla unterworfen. Ozokerit von Boryslaw ergab:

---

1) Benzinbrände durch Selbstentzündung; Antibenzinpyrin ist ölsaure Magn (J. 1895, 33.)

2) J. 1885, 1244; 1886, 1074; 1888, 55; 1889, 22; 1890, 43; 1897, 34.

	I	II
Benzin, 0,710 bis 0,750	4,32	3,50
Kerosin, 0,780 bis 0,820	25,65	27,83
Schmieröl, 0,895	7,64	6,95
Paraffin	56,54	52,27
Koks	2,85	4,63
Verlust	3,00	4,82

Das abgepresste Paraffin wird mit Schwefelsäure gereinigt[1]). Das meiste achs wird jedoch ohne Destillation durch Erwärmen mit Schwefelsäure und deln mit Entfärbungspulver augensalzrückstände u. dgl.) igt und als Ceresin weiss gefärbt namentlich als Ersatz ienenwachs verwendet (vgl. 93, 20).

Fig. 113.

3. Die Gewinnung von ffin durch Destillation Braunkohle ist ein wich- Industriezweig der Provinz en. Die verwendete erdige kohle, sogen. Schweelkohle pissit), ausgezeichnet durch Wasserstoffgehalt, findet sich ders zwischen Weissenfels und , bei Halle, Eisleben und ersleben.

Zum Schweelen der Braun- n dienen jetzt allgemein ste- Retorten, welche ein System bgeschrägten Ringen enthalten 113), die in der Mittelachse *c* Stegen *b* befestigt sind. Der örmige Raum zwischen diesen en und dem stehenden Cylinder t den Schweelraum. Die bei gefüllten Kohlen rutschen in m Schweelraume nach Maass- der bei *F* abgezogenen Rück- le nach unten, während die illationsproducte durch die tze zwischen den Ringen in nneren Raum treten und durch e *C* in die Vorlage *D* und die er gelangen. Die von der rung *B* aus zutretenden Heiz- werden spiralförmig um den nder herum geleitet, um ihn

1) J. 1887, 85; 1890, 40; 1895, 43.

gleichmässig zu erhitzen [1]). Seit einigen Jahren werden die Schweelgase stehend aus

Kohlensäure	10 bis 20	Proc.
Schwere Kohlenwasserstoffe	1 „ 2	„
Kohlenoxyd	5 „ 15	„
Methan	10 „ 25	„
Wasserstoff	10 „ 30	„
Sauerstoff	1 „ 3	„
Stickstoff	10 „ 30	„
Schwefelwasserstoff	1 „ 3	„

mit wesentlichem Vortheil mit zum Heizen der Retorten verwendet [2]), neuerdings zum Treiben von Gaskraftmaschinen. Die Destillationsrückstände, Gı genannt, werden in kleineren Haushaltungen für Kochherde verwandt.

Die Schweelerei Concordia bei Nachterstedt [3]) enthält z. B. 32 Schweelcyl von 8 m Höhe und 1,5 m lichter Weite. Dieselben sind bis auf das obere aus bestehende 1 m hohe Ende ganz aus Scharmotteformsteinen erbaut und enthalte Innern je 45 Stück jalousieartig übereinandergesetzte gusseiserne Glocken. In zwischen Glocken und Mantel bleibenden 15 cm weiten Schweelraum schurren oben aufgegebenen Kohlen schweelend und langsam nach unten, wo sie durch Si heitsabzug in untergeschobene Wagen als Koks abgezogen werden. Dieser let wird in einem kleinen Wellblechhäuschen abgelöscht und dient dann als Grude ein Hauptproduct der Braunkohlenschweelerei. Die aus der Kohle destillirten T gase entweichen in die Glocken, aus denen sie abgezogen und in eine ausged schmiedeiserne Luftcondensation mit möglichst grosser Oberfläche gedrückt we Der hier verdichtete Theer wird an die Paraffinfabrik abgegeben, während die als Heizmittel für die Schweelcylinder dienen, so dass nur für den vierten Thei aufgestellten Cylinder die directe Kohlenfeuerung nöthig ist. 1894 wurden 536 0 Kohle verschweelt unter Aufwand von 59 600 hl Kohle zum Cylinderfeuern 37 500 hl Kohle zum Kesselfeuern, und es wurden daraus dargestellt 20 740 hk T vom spec. Gewicht 0,865 und 141 500 hk Grudekoks, das ist auf 1 hl K 3,89 hk Theer und 26,4 k Koks.

Der von dem (werthlosen) Wasser getrennte Theer wird allgemein aus eisernen Blasen *A* (Fig. 114) von 2 bis 3 cbm Inhalt mit niedrigem Helm *B* Kühler *c* destillirt. Neuerdings wird Destillation unter Luftverdünn bevorzugt [4]). Die dazu verwendete Blas am Boden eine 8 cm weite Oeffnung äusserem Flantsch, an dem ein Rohr *L* (Fig. angeschraubt ist, welches unter der Feu durch einen Hahn *H* abgeschlossen ist. G das Feuer ist es durch eine Ummauerun Ringsteinen geschützt. Die Blase wi einiger Entfernung von der Feuerung (Sc feuerung) durch 17 bis 18 Ringelstei gestützt, welche in die Wand eingemauert

Fig. 114.

1) Vgl. W. Scheithauer: Die Fabrikation der Mineralöle und des Paraffin Schweelkohle, Schiefer u. dgl. (Braunschweig 1895).
2) J. 1892, 43; 1893, 51; 1896, 53.
3) J. 1887, 63; 1895, 45.
4) Scheithauer: Mineralöle S. 103.

ühlschlange K mündet, wie Fig. 116 u. 117 veranschaulichen, in ein Dreiwege-
W, dessen zwei seitliche Wege mit je einer cylindrischen Vorlage M von 1,5 hl
verbunden sind. Die Vorlage hat oben ein Schauglas a, aus dessen Füllung
ie der Vorlage selbst erkennen
Am Boden der Vorlage ist noch
slaufrohr b mit Hahn angebracht,
welches das Destillat abfliesst.
rd nun an den Vorlagen durch
Körting'schen Luftsauger oder
uftpumpe gesogen und so darin
der Blase eine Druckverminde-
rzeugt; die Vorlage hat Hähne c,
ie Verbindung mit dem Luft-
und der äusseren Atmosphäre
tellen und um beim Entleeren
orlage Luft eintreten zu lassen.
Vorlagen sind abwechselnd in
gkeit; wird in die eine destillirt,
ft das Destillat aus der andern
Die Luftpumpe bietet im Ver-
mit dem Körting'schen Luft-
den Nachtheil, dass sie öfterer

Fig. 115.

Fig. 116.

Fig. 117.

aturen bedarf, da die heissen Gase das Metall angreifen. Die mit dem Luft-
abgesogenen Gase ziehen durch die Kühlschlange des vor dem Luftsauger auf-
lten Kühlers, werden hier von den Wasserdämpfen befreit und entweichen in die
wenn sie keine andere Verwendung finden. Die Blase ist durch ein enges Rohr

mit einem Quecksilber-Vacuummeter verbunden, welches das in der Blase herrsch
Vacuum anzeigt. In den Blasendeckel, der mit einem Messstutzen versehen
mündet noch eine Füllleitung S, welche durch einen Hahn abgeschlossen ist.
Beginn der Destillation arbeitet man in mässig luftverdünntem Raume und läss
erste Destillat eine geringe Zersetzung erleiden; dann steigert man das Vacuum
destillirt, sobald Paraffin auftritt, in einem Vacuum, das einer Quecksilbersäule
40 bis 50 cm entspricht. Nach 6 bis 7 Stunden ist die Destillation von $^3/_4$ der Fü
beendet, den Rückstand lässt man $1^1/_2$ Stunden erkalten und dann nach dem
standskessel laufen, von dort wird er nach etwa 4 Stunden auf die Rückstandsbl
durch Pressluft gefüllt, mit $^1/_4$ bis $^1/_2$ Proc. Kalk oder dergl. versetzt und zur Tr
destillirt. Die Theerblasen werden nach dem Ablassen des Rückstandes sofort w
gefüllt, so dass man mit ihnen in der Woche, Nachtarbeit eingeschlossen, 1
16 Füllungen destillirt. Nach 2 bis 3 Wochen werden die Blasen geöffnet und
der geringen Menge Koks und Russ, welche sich angesetzt hat, gesäubert. De
eingebaute Blasen und das sie umgebende Mauerwerk behalten die darin aufgespeic
Wärme und sind damit, abgesehen von der Ersparniss an Brennstoff, gegen die
wirkung der kalten Luft, die oft zerstörend für die Apparate sein kann, gesc
Der ganze Vorgang vollzieht sich in geschlossenem Raume und ist daher ohne
lästigung durch Gase und Dämpfe für die Arbeiter möglich. Die Entfernung
Rückstandes ist auf $^1/_5$ der Blasen reducirt, ohne dass das lästige Ueberschöpfe
Theerrückstandes nöthig wird. 20 hk Theer erfordern zur Destillation, die
standsblase eingeschlossen, durchschnittlich 8 bis 9 hl Feuerkohle.

Folgendes Schema deutet die weitere Verarbeitung an.

Theer
Rohöl
Paraffinmasse
Oel 0,840
Gelböl *(Rothöl)*
Solarparaffinmasse
Ablauföl
Hart
sch
Rohöl
Solar I
Paraffinma
Benzin 0,806
Solaröl 0,820 - 0,830
Putzöl
Solarparaffinmasse
Schweres Gasöl
Rohöl
Rothöl
Solarparaf
Solarparaffinschuppen

In der Fabrik Concordia (vgl. S. 120) wird z. B. der Theer durch Destil
in 8 gusseisernen Blasen von je 3000 k Inhalt in Paraffin und Oele zerlegt
destilliren zunächst die Oele und zwar so lange, als ein Tropfen des Destillats a

rstarrt; sobald letzteres eintritt, beginnt die Destillation des Paraffins, welches
ı aufgefangen und in Hülsen gefüllt wird, in denen es 8 Tage zur Krystalli-
uhig stehen bleibt. Darauf werden die Paraffinschuppen vom Oel durch
ı in Filterpressen getrennt, das Oel geht zurück zur Destillation, die Schuppen
in hydraulischen Pressen fast ölfrei gepresst, darauf geschmolzen und mit
en zum Weglösen der dunkel gefärbten Oele versetzt. Nach dem Abkühlen
ystallisiren wird das Paraffin einem hydraulischen Drucke von 150 bis 300 Atm.
h dem Schmelzpunkt ausgesetzt. Dieses Reinigungsverfahren wird je nach
wiederholt und schliesslich werden die fast weissen Presskuchen von Neuem
olzen, mit directem Dampf 10 bis 12 Stunden geblasen, um das Photogen zu
n, mit Kohle entfärbt und filtrirt. Das Filtrat wird in Blechformen gegossen,
rstarren gelassen, abgeputzt und verpackt. — Die bei der Destillation zuerst
ıenen Oele werden im Mischhause durch Behandeln mit Schwefelsäure und
lauge von Kreosot und Brandharzen gereinigt und sodann durch fractionirte
ation getrennt; man gewinnt auf diese Weise Photogen, Solaröl, Gelböl, Putzöl
der Hauptsache das Gasöl, welches z. B. im Eisenbahnbetrieb zur Beleuchtung
ıgen, ferner zur Bereitung von Schmieröl und zur Darstellung von feinem Russ
1894 wurden in Nachterstedt 12 900 hk Theer unter Verbrauch von 76 300 hl
150 hk Schwefelsäure, 170 hk Aetznatron und 50 hk Entfärbungspulver ver-
t und daraus in der Hauptsache gewonnen 6800 hk Gasöl = 52,8 Proc.,
Weichparaffin 40 bis 50° = 5,3 Proc. und 1125 hk Hartparaffin = 8,8 Proc.
ie Verarbeitung des Braukohlentheeres in den Riebeck'schen
nfabriken geschieht nach Krey durch 1) Destilliren, 2) Behandeln mit Chemi-
(„Mischprocess"), 3) Krystallisiren und 4) Entölen des Paraffins (Pressen). In
brik Webau geschieht die Destillation seit 1884 im luftverdünnten Raum [1]).

ebau hat drei Destillationsgebäude; im Hauptgebäude wird Theer und schweres
und deren Rückstände in 26 Blasen destillirt, ein zweites Gebäude enthält 7 Blasen zur
tion von leichten Oelen und zwei für deren Rückstände. Im dritten Gebäude arbeiten
ı Abgänge aus der Behandlung der Mineralöle mit Chemikalien auf. Diese letzterwähnten
haben keine Vacuumeinrichtung. — Das Hauptgebäude ist 84 m lang und 12,5 m breit,
Blasen liegen nebeneinander, der Heizerstand ist eingedeckt und trägt die Decke die
bahn, von welcher die Feuerkohle durch Fülltrichter in den Heizerstand gelangt. Das
erk der Blasen ist durch eine Mauer vom Destillationsraum getrennt (vgl. Fig. 115 bis
121). Derselbe enthält nebeneinander angeordnet 30 Kühler, 26 für 26 Blasen und 4 zur
g der Körting'schen Luftsauger, welche zur Erzeugung der Luftleere bei der Destillation
Jede Blase hat zwei Vorlagen, welche abwechselnd mit Blase und Luftsauger in Ver-
g, das Destillat aufnehmen. Sobald eine Vorlage (etwa 150 k) gefüllt ist, wird erwähnte
lung mit der anderen Vorlage hergestellt, welche nunmehr das Destillat aufnimmt. Bis
llläuft, wird die erste durch Oeffnen der Hähne entleert und ist nach der Entleerung
bereit, die andere Vorlage abzulösen. Ein am Kühler befindliches Quecksilbervacuum-
ibt das in der Blase vorhandene Vacuum an, welches bei der Destillation der paraffin-
ı Antheile 40 bis 50 cm Quecksilber betragen muss. Die Kühlschlangen sind sämmtlich
sseisen, haben 65 mm Durchmesser und etwa 8 bis 10 qm Kühlfläche und sind in eiserne
(1,55 × 1,13) eingebaut. Die Vorlagen entleeren in Rohrleitungen, welche die Destillate
lter abführen, in denen sie bis zur weiteren Verarbeitung bleiben. Ein wesentlicher
der Methode ist noch der, dass sie sich in geschlossenem Apparat vollzieht und die
ung der festen Rückstände — das „Auskoken" der Blasen — auf ein Viertel reducirt ist.
rch die Destillationsgase und -Dämpfe früher vorhandenen Belästigungen der Arbeiter
lich Augenentzündungen) haben vollkommen aufgehört. (Vgl. S. 121.) Die Blasen für
9) und für schweres Oel (6) haben am tiefsten Punkte einen Ablasshahn, aus dem das

---

Nach Schumann wird bei der gewöhnlichen Theerdestillation Paraffin zerstört, so
Gewinnung von Paraffin aus dem Theer ohne Destillation anzustreben wäre. Dagegen
cheithauer, dass je nach Art der Destillation Paraffin gebildet oder zerstört wird.
), 70 u. 75; vgl. auch J. 1888, 50.)

Residuum durch eine Rohrleitung nach den 3 Rückstandskesseln abgelassen wird. Die standsblasen werden aus den Rückstandskesseln mittels Presse gefüllt und bis zur Trockn Koke) abdestillirt. Die Destillation der Theerrückstände erfolgt über Kalk. Die Blas Destillation der leichten Oele sind zwecks schärferer Trennung der Destillate mit Colonne 2 m Höhe) versehen, wie sie ähnlich an den Apparaten der Spiritusdestillation zur Verwe gelangen. Die Destillation der leichten Oele erfolgt über Aetznatron.

Nach der ersten Trennung des Theeres mittels fractionirter Destillation in R und Rohparaffinmassen bedürfen die Mineralöle, abgesehen vom Mischpr je nach ihrer Verwendung und erforderlichen Reinheit einer zwei-, drei-, ja vierm Destillation. Bei der zweiten Destillation entstehen bereits helle Gasöle als ver fertiges Product, während die dritte Destillation Benzin-, Leucht- oder Sol Putzöl, helle und dunkle Gasöle liefert. Letztere gibt neben Fettölen au vierte Destillation. Die Vornahme der Destillation geschieht sowohl aus Gründ Oelraffinerie als um das in Lösung enthaltene Paraffin in der Lösung zu concen und zu gewinnen[1]). Aus den Abgängen der Mischerei gelangen Antheile ebe zur Destillation, welche jedoch nicht im Vacuum, sondern unter Einströmen von hitztem Dampf am Boden der Blase vorgenommen wird. Für diese Arbeit si Webau 4 Blasen thätig, welche monatlich 60 t Kreosotöl und 50 t Asp erzeugen. Letzterer wird aus den Blasen mit Presse direct in Formen abgedrüc Das Abdestilliren mit Dampf ohne sonstige Heizung der Blase (das sogenannte Abb wird besonders bei der Darstellung der leichtesten Oele (des Benzins) ange Bei der eigentlichen Theer- und Oeldestillation (im luftverdünnten Raum über freiem Feuer) wird mit Dampfunterstützung nicht destillirt.

Die Destillation wird ergänzt durch den Mischprocess, d. h. die Behan der Producte mit Schwefelsäure und Natronlauge. Beide Chemikalien werd wechselnder Concentration angewendet, erstere als solche von 66° und 50° Bé. = und 1,53 spec. Gew., sowie gelegentlich als rauchende Schwefelsäure, die Natro von 32 bis 40° Bé. = 1,357 spec. Gew.

Das Mischhaus zu Webau ist 25 m lang und 11 m breit, enthält 10 gesch cylindrische Gefässe, welche im Deckel Schauklappen haben (Fig. 118 u. 119). Die sind schmiedeiserne mit Walzbleifutter. Die Chemikalien befinden sich in Druckkesseln, in den Fussboden eingelassen sind und werden mittels Pressluft in Messgefässe gedrückt, höher stehen als der Einlauf in das Mischgefäss ist. Die Mischgefässe stehen auf ein 3,7 m hohen Säulen und tragen in der Mitte des Umfangs einen Winkeleisenring, der a eiserne Bühne genietet ist, welche die ganze Anlage in zwei übereinander gelegene, völ einander getrennte Räume theilt. Unter den Gefässen laufen die Rinnen hin, welche die producte, d. h. die sich am Boden absetzenden mit Theerproducten beladenen Chemikali nehmen und weiter leiten. Jedes Mischgefäss fasst 18 t, also die Ladung von 6 bez. 9 und werden solche durch einfaches Ablaufenlassen durch das am Mischgefäss befindliche ventil gefüllt, da die Mischgefässe entsprechend hoch stehen. Das Mischen geschieht Einblasen von Luft. — Das Webauer Mischhaus ist gut gelüftet, da die Pfeiler des Ge sämmtlich als Ventilationsschächte angelegt sind und die geschlossenen Gefässe in ein Rohrleitung münden, an welcher ein Gebläse saugt. — Zur Bedienung der gesammten in welcher täglich etwa 250 bis 300 t Mineralöle aller Art behandelt werden, sind nur 2 A (je einer bei Tag und Nacht) erforderlich.

Die Behandlung mit Schwefelsäure entzieht den Mineralölen die basischen und löst namentlich hochsiedende ungesättigte Kohlenwasserstoffe und Harze wird eine theilweise Oxydation bewirkt, was sich durch das Auftreten schw

1) Ein Destillationsverfahren, welches die Darstellung leichter Oele durch Zer schwerer, geringwerthiger Oele zum Gegenstand hat, ist die Destillation unter höherem Das Verfahren (von Krey herrührend) wird in Webau mit zwei Apparaten ausgeübt. Markt für Gasöle sich gebessert hat, ist eine grössere Anwendung des Verfahrens für die Zeit nicht zu erwarten (vgl. J. 1886, 1100; 1889, 15; 1890, 62 u. 66).

bemerkbar macht. Bei Anwendung concentrirter Säuren ist das Mischproduct z und dickflüssig. Dasselbe wird dann in geschlossenen Gefässen bei vorgelegtem

Fig. 118.

Fig. 119.

r durch einströmenden Dampf zerlegt, die Abfallsäure abgezogen und die ausen Harze dann mit überhitztem Wasserdampf destillirt. (Vgl. J. 1898, 34.)

)urch Natronlauge werden den Mineralölen die sauren Stoffe entzogen, sog. sot; sie gehören zum Theil der Phenolreihe an. Phenol ist nicht vorhanden, ber die drei Kresole, in hochsiedenden Antheilen hat v. Boyen (J. 1890, 78) sol gefunden. Verdünnt man die Kreosotnatronlösung bis zur sechs- Menge mit Wasser, so scheiden sich Oele mit sehr hohem spec. Gewicht aus. von befreite Kreosotnatronlösung lässt sich dann beliebig mit Wasser verdünnen, sich zu trüben. Das Kreosotnatron wird als solches zum Imprägniren von nhölzern verbraucht oder durch verdünnte Säuren zerlegt und das abgeschiedene eosot verkauft. Der Schwefel tritt in welchselnden Mengen auf. Im Roh- sind 0,4 bis 4 Proc. Schwefel gefunden worden; ein Mittel zu seiner völligen igung ist leider noch nicht vorhanden.

)ie Oelfabrikate[1]) aus dem Braunkohlentheer sind:

) Vgl. J. 1890, 63; 1896, 55.

leichtes Braunkohlentheeröl (auch — fälschlich — Benzin genannt) im Gew. 0,790 bis 0,800,
Solaröl, Leuchtöl, 0,825/30, farblos, bis 260° siedend,
Putzöl, Extractionsöl, 0,850/60, Entfl.-P. 100°, fast farblos bis schwach bis 280° siedend,
helle bis rothe Paraffinöle für verschiedene Zwecke, auch zur Vergas 0,860/80, bis 300° siedend,
dunkle Paraffinöle zur Vergasung und zur Wagenfettfabrikation, 0,88 rothbraun bis schwarz,
Fettöle, gelbe und gelbrothe Paraffinöle, 0,880/0,900, für bessere Schmierm Kreosotproducte, Braunkohlenpech, Goudron.

Den bei der Destillation erhaltenen paraffinhaltigen Oelen wird das Para durch Abkühlung und Krystallisirenlassen entzogen. Die von der Theerdestil erhaltenen Paraffinmassen werden mittels Grubenwasser auf dessen Temperatur 18°) gekühlt und zwar in sog. Hülsen von etwa 27 k Inhalt. In den gleiche fässen (von denen etwa 5500 Stück in Betrieb sind), aber mittels Salzlösungen, w in Eismaschinen auf etwa — 5° abgekühlt sind, auf etwa 0° abgekühlt werde Paraffinmassen, welche der 2. und 3. Destillation entstammend, Paraffine von 4 48° Schmelzpunkt geben. Paraffinmassen der 3. und 4. Destillation, welche Par unter 42° Schmelzpunkt geben, werden in grösseren cylindrischen Gefässen (zu 4 50 hk Inhalt) in der Winterkälte auskrystallisiren gelassen.

Die zur Kühlung der in Hülsen auskrystallisirten Weichparaffinmassen wendeten Salzlösungen werden in Eismaschinen abgekühlt[1]). Das Paraffin aus der Hülse in einen Trog, in welchem es durch einen Maischapparat zerkleiner und von hier nach den Filterpressen gedrückt wird, in denen die erste Entölung der vorgenommen wird. Die Filterpresslinge werden dann einem Druck von 8 100 Atm. in stehenden hydraulischen Pressen unterworfen und enthalten die erhaltenen Presslinge schon gegen 90 Proc. Paraffin. Die Presslinge werden wiederholt unter Zusatz leichter Braunkohlentheeröle geschmolzen, erstarren ge und abgepresst und schliesslich die anhaftenden Theile leichter Theeröle durch strömenden Dampf, in Blasen mit vorgelegtem Kühler zur Condensation des abgebla Benzins, entfernt.

Die Schlussbehandlung des Paraffins ist seine Entfärbung mittels Th kohle bezw. dem sogenannten Entfärbungspulver (Rückstände der Blutlauge fabrikation). Dieselbe geschieht in grossen cylindrischen Gefässen durch Mi mit Luft, letztere getrocknet und filtrirt. Die Trennung vom Entfärbungs geschieht mittels Filtriren durch Papier. Dasselbe wird nach seinem Gebrauch gelaugt[2]).

Destillation bituminöser Schiefer. Bei Autun (Saône et L werden jährlich etwa 200 000 t bituminöse Schiefer in stehenden eisernen Ret abdestillirt; die Heizung der Retorten erfolgt mit den Destillationsrückständen un entweichenden Gasen. 100 k Schiefer geben 4 bis 6 *l* Rohöl. Dasselbe schein Kohlenstoffverbindungen der Reihen C_nH_{2n}, C_nH_{2n+2}, C_nH_{2n-6} nebst veränder Mengen abgeleiteter Phenolverbindungen zu bestehen. Das Rohöl enthält Para und Schwefelverbindungen, welche ihm einen unangenehmen Geruch erth Ausserdem werden etwa 0,5 k Ammoniak erhalten (J. 1897, 66).

Weit bedeutender ist die Schieferölindustrie in Schottland. bituminöse Schiefer wird in stehenden Retorten bei annähernd Dunkelrot

1) Beilby kühlte zuerst die Räume durch Eismaschinen (J. 1885, 1240; 1886, 10
2) Vgl. J. 1889, 24; 1890, 53.

rt. Am verbreitetsten ist die Retorte von Young und Beilby (Fig. 120
21), deren unterer Theil aus Scharmotte hergestellt ist, während der obere
aus Gusseisen besteht; Fig. 121 zeigt den
hnitt des unteren Theils. Geheizt wird mit
estillationsgasen. Zur Erhöhung der Ammo-
Theer- und Gasausbeute wird unten in die
n Wasserdampf eingeführt; die Einführung von
m den Kohlenstoff der Destillationsrückstände zu
nen, hat sich nicht sonderlich bewährt. 1 t
r gibt etwa 90 bis 135 *l* Theer bez. bei der Ver-
ng:

38 bis 50 *l* Leuchtöl,
15 „ 25 *l* Schmieröl,
13 „ 19 k Rohparaffin,
16 „ 27 k schwefelsaures Ammonium.

s werden jährlich etwa 2 Millionen t Schiefer
itet (vgl. J. 1890 und 1898).

araffin ist leicht löslich in Schwefelkohlen-
d Benzin, schwer in Eisessig und Aethylalkohol
88, 54). Braunkohlenparaffin, sog. Schuppen-
besteht nach Krafft (J. 1888, 57) aus folgen-
rmalparaffinen:

Fig. 120 u. 121.

Normalparaffin	Schmelzpunkt	Siedepunkt bei 15 mm Druck	Spec. Gew. eben geschmolzen
can $C_{17}H_{36}$	22,5°	170°	0,7767
an $C_{18}H_{38}$	28°	181,5°	0,7768
can $C_{19}H_{40}$	32°	193°	0,7774
$C_{20}H_{42}$	36,7°	205°	0,7779
san $C_{21}H_{44}$	40,4°	215°	0,7783
. $C_{22}H_{46}$	44,4°	224,5°	0,7782
n $C_{23}H_{48}$	47,7°	234°	0,7785

ach Krey (J. 1890, 52) enthält Paraffin aber auch wenig Procente ungesättigter Kohlen-
toffe[1]). Das spec. Gewicht (auf 1000) des geschmolzenen Paraffins bei verschiedenen
aturen ist nach Redwood (J. 1889, 23):

tur	Schmelzpunkte der verschiedenen Sorten:						
	42,2°	45,5°	49,1°	50,1°	50,5°	53,5°	56,2°
	770,69	771,93	773,91	770,79	770,23	775,73	777,23
	771,19	773,30	775,31	771,49	771,63	776,53	778,53
	773,09	774,73	776,57	773,19	772,83	778,03	780,03
	775,09	776,20	777,77	775,19	774,63	779,73	781,53
	776,79	777,63	778,47	776,89	776,33	781,33	783,33
	778,99	779,53	781,47	778,89	778,43	783,03	—
	780,49	781,13	782,67	780,29	779,73	—	—
	781,99	783,43	784,41	—	—	—	—
	783,59	784,73	—	—	—	—	—
	785,29	—	—	—	—	—	—

Untersuchung und Bestimmung von Paraffin nach Zaloziecki, Eisen-
A. siehe J. 1893, 61; 1897, 64.

Specifisches Gewicht des festen Paraffins bei 15,5°:

Temperatur Schmelzpunkte	41,1°	44°	49,1°	50,1°	52°	
Spec. Gew.	875,25	882,30	898,95	901,05	903,50	90

Die Hauptmenge des Paraffins wird zu Paraffinkerzen verarbeitet. Ausserde Schmiermittel, zum Conserviren von Holz, zum Verhüten des Schäumens und Ueberste beim Verkochen des Zuckersaftes in den Vacuumpfannen, zum Conserviren von Fleisch, Einfetten des Leders, zum Wasserdichtmachen von Geweben, zum Satiniren und Polire Glanzpapiere, zum Ersatz des Wachses bei der Bereitung des Wachspapieres und der St säure zum Tränken von Gypsgegenständen, zum Tränken der Zündhölzer, in der Spielwa fabrikation bei Herstellung der Puppenköpfe, bez. des wachsartigen Ueberzuges derselbe der Herstellung der Patronen; zum Tränken von hölzernen Gährbottichen in der Brauere Brennerei u. s. w.

Die Darstellung der Kerzen aus Paraffin und Stearin geschieht fast nur noch Giessen; Ziehen und Angiessen kommen nur für Talg und Wachs in Frage.

Gezogene Kerzen werden durch wiederholtes Eintauchen der Dochte[1] i geschmolzene Kerzenmasse hergestellt. Zur Herstellung der Wachsstöcke, welche jet durch solche aus Paraffin ersetzt werden, wird der Docht langsam durch das geschm Wachs hin- und hergezogen, bis die durch ein Zieheisen bestimmte Dicke erreicht ist. Angiessen der Wachskerzen werden die Dochte an den am Umfang eines frei steh Reifens, dem Kranze, befestigten Haken aufgehängt und unter stetigem Umdrehen des D um seine Achse mit dem flüssig erhaltenen Wachse übergossen, bis sie so viel davon aufgeno haben, als zu ihrer Dicke erforderlich war, worauf man ihnen durch Ausrollen auf einer Ma oder Holzplatte die cylindrische Gestalt gibt. Gewöhnlich tränkt man zuerst die Docht Wachs und giesst sie dann zur Hälfte mit Wachs an.

Die zum Giessen verwendeten Kerzenformen bestehen meist aus 2 Th. Zinn auf Blei; sie sind enge, etwas kegelförmige Röhren, welche inwendig sehr glatt sein müssen, u Kerzen eben diese Glätte mitzutheilen. In die Achse derselben wird der Docht eingezogen, w einerseits in einem kleinen Loche am untern Ende, andererseits an einem auf das obere Ende gesesetzten Trichter befestigt ist. Durch diesen Trichter wird zugleich die geschm Fettsubstanz gegossen. Die in älteren Fabriken übliche Form besteht aus dem Cylinde dem Talgtrichter; mit dem Drahthaken wird der Docht durchgezogen. Man verwendet ge lich eine gemeinsame Kapsel (Trichter) für 30 Formen. Ein grosser Blechkasten, in we sich die Formen befinden, steht in einem zweiten, welcher durch Wasserdampf erwärmt Sobald die Kerzenformen bis auf 45° erwärmt sind, hebt man den Kasten heraus und fül Formen mit der geschmolzenen Stearinsäure. Nach der Füllung überlässt man die Forme selbst, bis die Kerzen erkaltet sind und herausgenommen werden können.

Für Paraffin und Stearin verwendet man fast ausschliesslich Lichtgi maschinen[2]. Bei der Maschine von Motard z. B. ist auf dem oberen Ran

---

1) Früher war der Docht gedreht, d. h. die einzelnen Baumwollfäden lagen, eine Schraubenlinie beschreibend, neben einander. Cambacérès empfahl, um das lästige I der Flamme zu vermeiden, die Einführung der geflochtenen Dochte, wodurch die scheere entbehrlich wird. Unter dem Einflusse der Spannung, in welcher sich die ein Baumwollfäden des zopfartig, gewöhnlich nur dreischnürig geflochtenen Dochtes bef erleidet das aus der Kerzenmasse hervorragende Ende desselben eine Krümmung, welche Spitze ausserhalb der Flamme hält und ihr gestattet, in der frei umspielenden Luft sch verglimmen. — Milly empfahl (1830) Borsäure und Phosphorsäure, welche mit den A bestandtheilen des Dochtes zu einer Glasmasse zusammentraten und am Ende des Dochte schwere Glasperle bildeten, wovon sich der Docht dergestalt bog, dass er ausserhalb der F endete und verbrannte. In französischen Fabriken taucht man die Dochte in eine 2proc. L von Borsäure. Payen empfahl als Dochtbeize eine mit 0,3 bis 0,5 Proc. Schwefelsäu setzte Lösung von 5 bis 8 g Borsäure im Liter Wasser. In österreichischen Stearink fabriken wendet man phosphorsaures Ammoniak an. Bolley machte auf eine Salmiak von 2 bis 3° B. als auf wohlfeile Dochtbeize aufmerksam.

2) Vgl. J. 1881, 997; 1882, 1071; 1884, 1281; 1887, 66. — Die Kerzenfabrik Wel die grösste Kerzenfabrik Deutschlands. Aus dem verschiedenen Kerzenmaterial v Paraffinkerzen und Compositionskerzen fabricirt, erstere in verschiedenen q tiven Abstufungen als Krystall-, Brillant-, Paraffin-, Naturellkerzen und V

nführung *a* (Fig. 122 u. 123) so befestigt, dass die Schneidmaschine *B* leicht tzt und ausgehoben werden kann. Die senkrechte Welle *J* trägt unten die ge *b*, weiter oben die Schraube ohne Ende *c*, welche in das Rad *d* eingreift, auf Achse sich eine über den Bügel *e* gespannte Schnur aufwickelt, so dass die Säge selbstthätig von einem Ende der Maschine zum anderen bewegt wird. Zur Füllung der Formen *f* wird das betreffende Material in das Giessschiff *C* eingetragen. Von der durch Trieb *h* bewegten Zahnstange *g* wird ein Rahmen getragen, auf welchem sich, der Anzahl der Gussformen entsprechend, lange Röhrchen *s* befinden, so dass durch Anheben dieser Röhren die erkalteten Lichte nach oben bewegt und die durch *s* laufenden Dochte *r* nachgezogen werden. Mit der Windevorrichtung hängt ein Tritthebel *n* zusammen, an dessen senkrechtem, geschlitztem Theile *k* die Nase *l* so einstellbar ist, dass die Lichte in bestimmter Länge und bestimmtem Gewicht geschnitten werden können, indem beim Aufwinden der Steg *m* gegen die Nase *l* anschlägt. Ausserdem ist an einer Seite einer ihrer Länge nach verstellbare Sperrklinke *o* angebracht, welche so eingestellt wird, dass sie für den ersten Anhub genau in das Sperrad *p* einfällt und den Rückgang hindert. Nachdem dies geschehen, wird von der aus Drahtspiralen gebildeten biegsamen Welle *q* mittels Verkuppelung bei *z* die Bewegung auf die Kreissäge übertragen, so dass diese, sich selbstthätig vorwärts bewegend, die über den Rand der Formen ragenden Ueberguss-stücke abschneidet.

ig. 122. Fig. 123.

uf wird durch den Arbeiter der Tritt *y* abwärts bewegt, dadurch die Nase *l* kgezogen, wonach ein weiteres Aufwinden der Lichte aus den Formen stattfindet. bewegen sich die Lichte, durch welche gleichzeitig die Dochte *r* nachgezogen lurch die niedergeklappte Klemmvorrichtung *E* und werden dort so lange festen, bis die Röhren *s* mit ihrem trichterförmigen Aufsatz niedergewunden sind und neutes Füllen der Formen stattgefunden hat. Die Säge, welche bereits vorher

skerzen. Die Compositionskerze hat durch einen grösseren Gehalt an Stearin das re der Stearinkerze, während die Paraffinkerze bläulichweiss durchscheinend ist. (Vgl. thauer: Mineralöle.)

am Ende ihrer Bahn anlangte, wird dadurch selbstthätig ausgerückt, dass die vo Supportkante an den an einer Kette befestigten Ring *t* stösst, wonach das Gewic derart zur Wirkung gelangt, dass mittels des Riemenführers *H* der Riemen auf die Scheibe *u* gebracht wird. Die Feder *v* dient zur Ausgleichung etwaiger Untersc in der Entfernung von der Transmission zu den einzelnen Maschinen.

Das zur Herstellung von Kerzen bestimmte Paraffin wird mit 1,5 bis 2 Stearin versetzt, für bunte Kerzen bis zu 4 Proc. [1]). Einige sollen sogar bis 15 zusetzen, während umgekehrt den Stearinkerzen oft Paraffin zugesetzt wird. Herstellung schwarzer Kerzen wird das Paraffin mit Anacardiumschalen erwärmt.

Beleuchtung.

Werden feste Körper erhitzt, so beginnen sie bei etwa 400° im Dunkeln schwa leuchten, bei etwa 600° werden sie rothglühend, bei 900 bis 1000° weissglühend, rend Gase selbst bei 1500 bis 2000° noch nicht leuchtend werden. Das Leuc der Flamme ist somit nicht als Selbstglühen der Verbrennungsproducte zu erkl wie auch schon die Betrachtung der Flamme selbst zeigt. Wenn man für schne Mischung der zur Verbrennung gelangenden Gase sorgt, so wird die Flamme kü weil der Verbrennungsprocess schneller verläuft, und gleichzeitig heisser, weil we kalte Luft mit den verbrennenden Gasen gemischt wird. In gleicher Weise wir Flamme verkürzt und heisser, wenn die Gase vor der Verbren stark vorgewärmt werden. Da die aufsteigenden Verbrenn producte noch einige Zeit die Temperatur der Flamme na beibehalten, so müsste nach W. Siemens ein umgekehrtes halten stattfinden, wenn die Gase selbstleuchtend wären. Leuchten der Flamme hört aber in einer scharfen Begrenz linie über derselben auf und fällt offenbar mit der Vollendun chemischen Wirkung zusammen. Es muss mithin diese s und nicht die durch dieselbe erzeugte Erhitzung der Verbrenn producte die Ursache des Leuchtens sein. Nimmt man an, die Gasmolecüle mit einer Aetherhülle umgeben sind, so mus der chemischen Verbindung zweier oder mehrerer solcher M cüle auch eine veränderte Lagerung der Aetherhüllen ders eintreten. Die hierdurch bedingte Bewegung der Aethertheil muss sich durch Schwingungen ausgleichen, welche die Ausg punkte der Licht- nnd Wärmewellenzüge bilden können [2]).

Fig. 124.

In einer Kerzenflamme kann man vier Schichten untersche Den dunkeln Kern *a* (Fig. 124) bilden die durch Vergasung der i

1) Eigenthümlich ist das Verhalten der Paraffin-Stearinmischungen. Je den Schmelzpunkten und Mengen der Bestandtheile zeigt die Mischung bedeutende Erniedri des Schmelzpunktes, z. B. $^2/_3$ Paraffin von 45° und $^1/_3$ Stearin von 54° geben eine Compo von 41° (berechneter Durchschnitt 48°). Die gleiche Abweichung (7°) zeigt eine Mischun $^1/_3$ Paraffin von 57° und $^2/_3$ Stearin von 54°; die Mischung hat einen Schmelzpunkt von 4 Stearin scheidet sich in der Mischung, so lange diese flüssig, leicht aus. Krey fan Stearingehalt in Spitze und Fuss der Compositionskerze um 2 bis 3 Proc. verschieden. — Reten zeigt übrigens in Paraffinmischungen dasselbe Verhalten, nur noch in viel stär Maasse. Krey fand bei 16proc. Reten-Paraffinmischungen (Schmelzpunkt 90° mit Paraffi 54° und 49°) für die Composition von 53° und 47°. (J. 1890, 53.)

2) J. 1883, 1235; 1897, 134; Wied. Annal. 19. 73.

aufgestiegenen Brennstoffe (Talg, Paraffin u. dgl.) gebildeten Gase, welche sich an der ines in die Flamme gehaltenen Glasrohres *A* entzünden lassen. Der Zudrang der Luft entlich gegen die Achse der Flamme gerichtet, der lasurblaue Theil *b* hat daher eine Temperatur. In der leuchtenden Hülle *c* reicht der Sauerstoff der zutretenden Luft nur se zur Verbrennung aus, während in dem nicht leuchtenden Schleier *d* die unvollständigen onsproducte in überschüssiger Luft verbrennen.

ach Davy wird nun das Leuchten der Flamme bedingt durch den in der Hülle *c* hiedenen festen Kohlenstoff, welcher durch den verbrennenden Wasserstoff u. s. w. ihend wird. — Nach Kersten findet die Verbrennung nicht im Innern, sondern nur in leier *d* und in dem Theile des leuchtenden Mantels, der ihm zunächst liegt, statt, denn nicht angenommen werden, dass durch eine Schicht glühenden Wasserstoffs und Kohlen- ne Spur Sauerstoff eindringen könne; die im Innern wahrgenommenen Verbrennungs- e sind nicht dort entstanden, sondern nur durch Diffusion dahin gelangt. Die Gesammt- r Flamme rührt mithin vom Schleier der Verbrennungszone her. Die Temperatur des der Flamme und des Mantels nimmt nach oben stark zu, und daher ist der leuchtende n welchem der Kohlenstoff durch die Hitze ausgeschieden wird, unten eine dünne Hülle klen Kegels, weiter oben aber, wo die Temperatur, bei welcher die Kohlenwasserstoff- ihre Bestandtheile sich spalten, sich bis in die Mitte erstreckt, erfüllt er das gesammte weshalb man hier eine massive leuchtende Flamme hat. Indem dann der freie Kohlen- n sauerstoffreichen Schleier sich nähert, verbrennt er zu Kohlensäure, und hauptsächlich l dieser Verbrennung leuchtet er, und zwar um so mehr, je lebhafter sie ist. In dem r verbrennt mithin zuerst Kohlenoxyd und Wasserstoff zugleich; dass dieser Schleier am Theile noch keinen leuchtenden Mantel bildet, erklärt sich daraus, dass die Masse der Gase noch zu kalt ist, als dass eine Abscheidung von Kohlenwasserstoffen möglich wäre. rankland zeigte, dass eine Stearinkerzenflamme auf dem Montblanc ihre Leuchtkraft , dass dagegen eine Spiritusflamme unter Druck mit leuchtender, sogar mit russender brennt. Es ist ferner bekannt, dass Wasserstoff und Kohlenoxyd unter Druck mit nder Flamme, Schwefelkohlenstoff im Sauerstoff unter starker Lichtentwickelung brennt, es zweifellos auch leuchtende Flammen ohne schwebende glühende Körperchen gibt. land und Tyndall meinten daher, das Vorhandensein dichter Dämpfe der höheren wasserstoffverbindungen in dem Leuchtgase und nicht der ausgeschiedene feste Kohlen- die Ursache des Leuchtens. Im Gase sind Verbindungen von sehr hoher Dichtigkeit, als Dämpfe ebenso wie z. B. der Arsendampf im Stande sind, die Flamme leuchtend zu ; diese Dämpfe halten sich in der Flamme unzersetzt, bis sie den äusseren Mantel der- rreichen und dann in Berührung mit dem Sauerstoffe der atmosphärischen Luft verbrennen. h wären es die dichten brennenden Kohlenwasserstoffe selbst, welchen die Flamme ihre kraft verdankt.

ass aber die gewöhnliche Leuchtflamme thatsächlich glühende Kohlenstofftheilchen ent- lgt daraus, dass die Leuchtgasflamme die durch eine Linse gesammelten Sonnenstrahlen t und dass eine leuchtende Gas- oder Stearinkerzenflamme in hellerer (elektrischer) Be- ng Schatten wirft. Die gewöhnlichen Leuchtflammen verdanken daher ihre Leuchtkraft hlich wesentlich den glühenden Kohlenstofftheilchen. (Vgl. J. 1875, 1099; 1881, 1041; 4; 1897, 131.)

ach Lewes wird die Temperatur der Flamme hervorgebracht einmal durch die Zer- der (endothermen) Acetylenmolekel, sodann durch die Verbrennung des Wasserstoffs, oxyds und einiger Kohlenwasserstoffe und endlich durch die Verbrennung der festen theilchen. Er meint, dass die Localisation der Zersetzungswärme des Acetylens für uchten eine Hauptrolle spielt. Die mittlere durch die Verbrennungsvorgänge allein her- ufene Temperatur der Flammen würde nicht im Stande sein, die Kohlentheilchen ins zu bringen. Jene Localisation ist durch die Schnelligkeit der Zersetzung des Acetylens gebracht; die Schnelligkeit hängt von der Flammentemperatur und dem Verdünnungsgrad etylens ab. (Vgl. J. 1896, 81.)

Lichtmessung.

ersuche, die Leuchtkraft verschiedener Flammen zu messen [1]), wurden bereits im 0 gemacht. Lambert benutzte (1760) zuerst den Umstand, dass ein von zwei

) Ausführlich in F. Fischer: Chemische Technologie der Brennstoffe (Braunschweig,) S. 66 und 334; ferner J. 1887, 33; 1888, 25; 1889, 69; 1890, 148; 1894, 107; 1896, 65.

Flammen beleuchteter Gegenstand zwei Schatten wirft, die nicht gleich tief sind, die Einwirkung der beiden Flammen auf die die Schatten auffangende Wand ganz gleich ist.

Weitaus am meisten wird zur Messung der verschiedenen Lichtquellen das Photom von Bunsen angewendet. Dasselbe besteht im Wesentlichen aus einem in einen Ra gespannten Papierschirm, in dessen Mitte sich ein mit Wachs oder Stearin durchscheiner machter Fleck oder Streifen befindet. Derselbe erscheint hell auf dunkelm Grunde, wen Schirm auf der Rückseite stärker erleuchtet ist als von der Vorderseite, im umgekehrter aber dunkel auf hellem Grunde (vgl. J. 1887, 45). Man bringt auf die eine Seite des Sch die Normalflamme, auf die andere die zu messende, und verschiebt diese so lange, bi Fleck möglichst vollständig verschwindet. Beträgt dann z. B. die Entfernung der No flamme vom Schirme 2 dcm, die zu messende Flamme aber 8 dcm, so ist letztere = 8^2: 16 Kerzen.

Die Nothwendigkeit, Helligkeitsmessungen nicht nur in der wagrechten, so auch in anderen Richtungen zu machen, wurde namentlich fühlbar bei der Prüfung elektri Bogenlampen, neuerdings aber auch für die Gasbeleuchtung, besonders für die umgeke (invertirten) Brenner. Um dieses zu ermöglichen, muss man entweder Spiegel anw (J. 1887, 54), oder den Photometerschirm so drehen, dass er in der Halbirungslinie des Wi stehe, welchen die zu untersuchenden Strahlen einer Lampe mit den wagrechten Strahlen Vergleichslichtquelle bilden. (J. 1888, 34.)

Als Lichteinheit benutzt man bis jetzt noch in der Regel eine Kerzenflamme Deutschland soll die Photometerkerze einen Durchmesser von 20 mm haben, cylindrisch und so lang sein, dass 12 Kerzen 1 k wiegen. Die Dochte sollen in mögli Gleichförmigkeit aus 24 baumwollenen Fäden geflochten sein und trocken für jeden lauf Meter 668 mg wiegen; sie sind durch einen eingelegten rothen Faden von anderen Dochte zuzeichnen. Das Kerzenmaterial soll möglichst reines Paraffin sein und von einem nicht 55° liegenden Erstarrungspunkt. Flammenhöhe 50 mm. — In München gilt noch als E die Stearinkerze, welche aus einem Stearin mit 76 bis 76,6 Proc. Kohlenstoff angefertigt soll. Dieselbe verzehrt nach Schilling in der Stunde im Durchschnitt 10,4 g Steari 52 mm Flammenhöhe. — Die englische Walrathkerze hat einen aus 3 Strängen mit je 17 F geflochtenen Docht; sie soll stündlich 120 Grains (7,78 g) Walrath verzehren, wobei sie Flammenhöhe von 45 mm hat. — In Frankreich benutzt man die Carcellampe, welche stün 42 g Rüböl verbrennen soll.

Das Verhältniss dieser verschiedenen Normalflammen ist nach Schilling:

Vereinskerze	Münchener Kerze	Englische Walrathkerze	Carcellampe
1000	887	977	102
1128	1000	1102	115
1023	907	1000	104
9826	8715	9600	1000

Monier (J. 1884, 1262) fand 1 Carcel = 7,5 Vereinsparaffinkerzen, = 7,5 Bo d'Etoile, = 6,5 Münchener Stearin-, = 8,3 Walrathkerzen.

Die so ungemein verschiedenen Angaben über die Lichtstärke der Normalkerzen anlasste Hefner-Alteneck zur Aufstellung folgender Lichteinheit: Diese Lichte ist die Leuchtkraft einer in ruhig stehender, reiner atmosphärischer Luft brennenden Fla welche aus dem Querschnitte eines massiven, mit Amylacetat gesättigten Dochtes aufs der ein kreisrundes Dochtröhrchen aus Neusilber von 8 mm innerem und 8,3 mm äus Durchmesser und 25 mm frei stehender Länge vollkommen ausfüllt, bei einer Flammenhöh 40 mm vom Rande des Dochtröhrchens aus und wenigstens 10 Minuten nach dem Anzü gemessen. Diese Lichteinheit ist gleich der Leuchtkraft einer englischen Walrathkerz 43 mm Flammenhöhe (J. 1887, 37). Nach Versuchen ist 1 Amylacetatflamme = 0,808 deut Vereinsparaffinkerzen = 0,879 engl. Walrathkerzen (J. 1889, 73; 1890, 148; 1893, 151).

Die internationale Conferenz von 1883/84 in Paris hat als Einheit des weissen Li diejenige Lichtmenge angenommen, welche von 1 qc geschmolzenem reinem Platin be Erstarrungstemperatur ausgestrahlt wird (J. 1884, 1271; 1896, 66).

Auf Grund der Beschlüsse des internationalen Elektriker-Congresses empfiehlt W (J. 1897, 126) folgende Grössen:

1. Lichtstärke = Intensität punktförmiger Lichtquellen = Intensité = Puissance lumineuse = Intensity of light = Luminous power = Intensità luminosa.
2. Lichtstrom = Erfüllung eines von einer punktförmigen Lichtquelle ausgehenden räumlichen Winkels mit Licht = Flux lumineux = Flux of light = Flusso luminoso.
3. Lichtleistung = Lichtmenge = Product eines Lichtstromes mit der Zeit seines Bestehens = Eclairage = Quantité de lumière = Quantity of light = Illuminazione.
4. Beleuchtung = Summe aller auf eine Fläche auftreffender Lichtströme per Flächengrösse = Eclairement = Illumination = Illuminamento.
5. Flächenhelligkeit = Lichtstärke per Fläche = Eclat intrinsèque = Intrinsic brilliancy = Brightness = Splendore und allenfalls
6. Belichtung = Product aus Beleuchtung mal Zeit.

)ie Lichtcommission des Elektr. Vereins hat nun beschlossen:

1. Die Einheit der Lichtstärke ist die Kerze; sie wird durch die horizontale Lichtstärke der Hefnerlampe dargestellt.
2. Für die photometrischen Grössen gibt die nachstehende Tabelle Namen, Symbole, Einheiten und deren abgekürzte Bezeichnungen.

Name	Symbol	Einheit	Bezeichnung
Lichtstärke	J	Kerze (Hefnerkerze)	HK
Lichtstrom	$\Phi = J\omega = \frac{J}{r^2} S$	Lumen	Lm
uchtungsstärke	$E = \frac{\Phi}{S} = \frac{J}{r^2}$	Lux (Meterkerze)	Lx
'lächenhelle	$e = \frac{J}{s}$	Kerze auf 1 qc	—
ichtleistung	$Q = \Phi T$	Lumenstunde	—

)abei bedeutet

ω einen räumlichen Winkel,
S eine Fläche in qm, s eine Fläche in qc, beide senkrecht zur Strahlrichtung,
r eine Entfernung in m,
T eine Zeit in Stunden.

Mit der Aufstellung dieser internationalen Lichteinheit ist leider nur wenig ge-n, da sie nicht wie etwa ein Meterstab verwendet, sondern in jedem einzelnen Falle her-t werden muss, dazu aber solche Vorrichtungen erfordert, dass sie praktisch wohl nie zur ıdung kommt. Am zuverlässigsten erscheint die Amylacetatlampe, welche voraus-ch die übrigen Lichteinheiten verdrängen wird.

)ie Beleuchtung geschieht:

1) durch Verbrennen fester, in Kerzenform gebrachter Brennstoffe, wie Stearin, Paraffin, Wachs;
2) mittels flüssiger Stoffe, welche in Lampen gebrannt werden, und zwar üssige Fette, wie Rapsöl, Olivenöl, Thran; b. flüchtige Oele, namentlich l, Solaröl, Camphin (gereinigtes Terpentinöl);
3) durch Verbrennen von Gasen, welche selbstleuchtend sind, z. B. Steinkohlen-tgas, oder zum Erhitzen von Platin, Magnesia, Zirkon u. dgl. dienen, z. B. Wassergas;
4) durch Elektricität.

Kerzenbeleuchtung.

Geschichte. Plinius beschreibt zwar schon das Bleichen des Wachses, Wachskerzen ıen aber erst am Anfang des 4. Jahrh. hergestellt zu sein, Talglichter seit dem 12. Jahrh., .thkerzen seit Anfang des 18. Jahrh., Stearinsäurekerzen seit 1834, Paraffinkerzen 350.

Die Herstellung der Kerzen wurde S. 129 beschrieben; Verwendung vgl. S. 159.

Beleuchtung mittels Lampen.

Als flüssige Leuchtstoffe werden verwendet a) fette Oele, b) flüchtige
Camphin, Photogen und Solaröl, oder Erdöl. Von den fetten
wendet man vorzugsweise das Raps- oder Kohlsaatöl, das Winterrübse
das Olivenöl, den Fischthran und seltener das eintrocknende Mohnö
(s. Fette). Seit dem Emporblühen der Paraffin- und Solarölindustrie un
Einführung des Erdöles hat die Bedeutung der fetten Oele als Leuchtmitte
ganz ausserordentlich verringert. Neuerdings tritt Spiritus hinzu.

Geschichte. Die Lampe diente schon in den ältesten Zeiten zu Beleuchtungszw
Man schreibt ihre Erfindung den alten Aegyptern zu. Von Griechenland und Rom aus verb
sich ihr Gebrauch im übrigen Europa. Erst im 18. Jahrhundert treten erhebliche Verbesser
ein durch Einführung des Glascylinders[1]) durch Quinquet und der hohlen Dochte
Argand im J. 1786. Vor etwa 50 Jahren noch war in Deutschland fast allgemein die ga
praktische Kranzlampe die hauptsächlich eingeführte. Gegen das Jahr 1840 kam die Stur
auf, etwa 1850 die Camphinlampe und die aus Paris stammenden Regulatoren und Modera
In den sechziger Jahren kam die Erdöllampe auf, welche mit der inzwischen verbreitete
beleuchtung die Oellampe verdrängt hat.

Die Lampe enthält dieselben Theile wie die Kerze, nämlich das Leuchtmittel un
Docht. Bei der Lampe wie bei der Kerze ist das Leuchtmittel flüssig, nur dass in dem
Theile der Kerze (der Vertiefung mit dem Dochtende) das Fett im geschmolzenen Zu
gebrannt wird, während in den Lampen das Leuchtmittel bei gewöhnlicher Temperatur flüs
und deshalb ein Gefäss erforderlich macht, welches den Leuchtstoff enthält und ununterb
gleichmässig die Flammen speist.

Rüböl verdunstet bei gewöhnlicher und selbst bei bis über 100° gesteigerter Temp
nicht, lässt sich daher nicht entzünden. Erst wenn eine solche Erhitzung des Oeles
gefunden hat, dass sich entzündliche Gase bilden, findet eine Entzündung und ein Verbr
des Oeles statt. Das Erdöl oder Solaröl verdampft bei höherer Temperatur und kann unver
destillirt werden, bei noch höherer Temperatur vergast es und geht zum grossen Th
Leuchtgas über.

Daher verbrennt Erdöl in freier Luft mit russender Flamme, welche aber sofort i
weisse, stark leuchtende übergeht, wenn man durch Aufsetzen eines Zugglases und dadur
mehrte Luftzufuhr für die Verbrennung des Ueberschusses an Kohlenstoff sorgt. Währe
Rüböl nur in vergaster Gestalt zur Flamme gelangt, kommt das Solaröl, und der ihm äh
minder flüchtige Theil des Erdöles, zum grössten Theil dampfförmig in die Flamme.
daher die Mineralöllampe so zu construiren, dass die Verbrennung so vollständig als m
erfolge und keine Spur des unangenehm riechenden Dampfes unverbrannt entweiche.

Jede Lampe soll: 1) möglichst viel Licht und zwar innerhalb einer bestimmten Zeit (
aufeinanderfolgende Stunden) möglichst gleichförmig geben. Diese Bedingung, eine Fol
vollständigen und in gleicher Intensität fortdauernden Verbrennung des Leuchtmaterial
nur erfüllt werden bei Anwendung von gereinigtem Leuchtstoff, bei Anwendung eines D
von gleicher Stärke, bei möglichst gleichmässiger Zufuhr des Leuchtstoffes zur Flamme,
nügender Erhitzung an der Stelle, wo die Verbrennung stattfindet, damit die Vergasun
ständig vor sich gehe, und durch die Regelung der Luftzufuhr. Eine zu geringe Luftmen
oft eine russende Flamme, eine zu grosse Luftzufuhr erniedrigt die Temperatur und gibt
falls dadurch zur Abscheidung von Russ und Bildung von übelriechenden Producten Veranla
abgesehen davon, dass selbst vollständige Verbrennung der Flamme vorausgesetzt, zu vi
die Leuchtkraft der Flamme beeinträchtigt (J. 1883, 1230); 2) das entwickelte Licht sol
möglichst zweckmässig benutzt werden; die bekannten Lichtschirme sind als wesentliche
stützungsmittel der Beleuchtungszwecke zu nennen.

Eintheilung der Lampen. Nach der Art, in welcher das Oel mitte
Dochtes zu der Stelle gelangt, wo die Lichtentwickelung vor sich geht, kann
sämmtliche Lampen ordnen in:

---

1) Schon Leonardo da Vinci (1452 bis 1519) wusste, dass ein stärkerer Luftstr
Flamme leuchtender macht. Er empfahl daher, die Lampen mit einem Glascylinder zu ver
Leider nahm er an, dass der Cylinder durch Wasser gekühlt werden müsse, wodurch wo
praktischer Misserfolg erklärlich wird.

) Sauglampen. Zu den Sauglampen rechnet man die Lampen, in welchen
l durch die Capillarität des Dochtes aus dem tiefer gelegenen Oelbehälter an
chtende gelangt. Je nach Länge des Oelbehälters zum Docht können die Saug-
eingetheilt werden α) in solche, bei welchen der Oelbehälter ungefähr in
r Höhe liegt mit der Flamme des brennenden Dochtes, a) der brennende Docht
t sich im Oelbehälter selbst wie bei der Küchenlampe und antiken Lampe, oder
lbehälter und Brenner sind von einander getrennt und zwar ist das Oelgefäss
vom Brenner, oder es geht wie bei den Kranzlampen ringförmig um den Docht
; β) in Lampen, bei welchen das Gefäss für das Oel höher liegt als der Brenner,
lie Lampen mit Sturzflasche.

n der antiken Lampe (Fig. 125) liegt in einem langgestreckten offenen oder ver-
enen Oelgefässe ein Büscheldocht, welcher vorn am Schnabel durch eine runde Oeffnung
on einer Blechdille gehalten wird. Da mit dem Verbrauch der
les Oeles sinkt, so muss der Docht das Oel auf eine Höhe heben,
seine capillare Kraft schliesslich übersteigt; aus Mangel an
hr wird daher die Flamme immer düsterer werden und endlich
hen.

Fig. 125.

Von denjenigen Sauglampen, bei denen Oelbehälter und Brenner
gefähr gleicher Höhe, aber getrennt sind, seien erwähnt die
nnte Studirlampe, bei welcher der Oelbehälter nicht unter
ochte, sondern seitlich von dem Brenner ist, und die Kranz-
en, d. h. Lampen mit einem ringförmigen Oelbehälter, welcher
h meist zum Tragen des Lampenschirmes dient. — Alle die
n, bei denen Brenner und Oelbehälter in gleicher Höhe liegen, geben zwar bei Benutzung
gandbrenners ein schönes Licht, doch ist dasselbe meist nur von kurzer Dauer und die
tärke eine fortwährend abnehmende.

Um die Verminderung der Lichtstärke während des Brennens der Lampe möglichst zu ver-
n, muss das Oel in dem Brenner möglichst in gleicher Höhe erhalten werden; dies lässt
adurch erreichen, dass man den Oelbehälter höher stellt als den Brenner. Selbstverständ-
t aber bei dieser Einrichtung eine besondere Vorrichtung erforderlich, welche die Zufuhr
les zu dem Brenner nach Maassgabe des dort stattgehabten Verbrauches regelt, weil sonst
l aus dem Behälter in den Brenner strömen und letzterer überlaufen würde. Solche Vor-
ng zeigte die erst durch die Erdöllampe verdrängte Sturz- oder Flaschenlampe.

2) Drucklampen. Bei allen Drucklampen ist der Oelbehälter im Fuss der Lampe und
weit entfernt vom Brenner. Da die Dochte das Oel auf eine so bedeutende Höhe nicht zu
vermögen, so ist bei jeder Drucklampe eine besondere Vorrichtung zum Heben des Oeles
nden, die dem Dochte das Oel in grösserer Menge, als er zu verbrennen im Stande ist,
t; der nicht zur Verbrennung kommende Theil tropft ab und wird in einem besonderen
ler aufgefangen. Sie gehören sämmtlich der Geschichte an.

3) Die Erdöllampen[1]). Die Mineralöle, welche unter dem Namen Solaröl,
ogen, Photogen, Petroleum, Petrosolaröl, Kerosin, Pitt-Oel
w. seit dem Jahre 1858 nach und nach das Rüböl verdrängt haben, werden nur
auglampen verbrannt, bei denen das Oelgefäss unterhalb des Dochtes sich
det. Bei der Sauglampe wirkt die dünnflüssige Beschaffenheit der Mineralöle in
e des dadurch erleichterten Aufsteigens in den Capillarröhren des Dochtes vortheil-
so dass durch das Sinken des Standes im Behälter keine wesentliche Abnahme
Flamme verursacht wird. Bei dem hohen Kohlenstoffgehalt der neuen Leuchtstoffe
um rauch- und russfreien Verbrennen eine kräftige Zufuhr von atmosphärischer
erforderlich; diese wird vermittelt durch ein geeignetes Zugglas, ferner dadurch,
der Docht nur wenig aus dem Brenner hervorragt, und endlich durch Aufsetzen
gewölbten Messingkapsel, welche in der Mitte mit einer Oeffnung versehen ist,
s länger und breiter als die Mündung des Dochtrohres (mit flachem Dochte); unter

1) Vgl. J. 1880, 848; 1881, 1015; 1883, 1260; 1884, 1286; 1885, 1253; 1886, 1118;
77; 1889, 81; 1890, 158; 1894, 109.

der Wölbung findet eine Vermengung der Luft mit den brennenden Dämpfe
Mineralöles statt.

Bei der namentlich für schwere Oele bestimmten Lampe von Schuste
Bär (Fig. 126) wird die Luft mittels eines durchlochten Kastens *e*, eines im
der Brandröhre befindlichen Luftrohres *v* und des durchlochten Stieles einer

Fig. 126.

Fig. 127.

scheibe *f* zugeführt. Da die Brandscheibe und das obere Ende des Luftrohres sich nach dem Anzünden des Dochtes schnell erwärmen, so wird kalte Luft in kräftigem Strome angesaugt; diese letztere wirkt gleichzeitig abkühlend auf die übrigen Brennertheile und die Dochthülsen, so dass explosionsfähige Gase sich nicht entwickeln und die Dochte längere Zeit ihre Saugkraft bewahren. Dieser Brenner gibt mit Solaröl oder dem sogenannten Kaiseröl eine helle, weisse, ruhige und völlig geruchlose Leuchtflamme.

Die in neuester Zeit in den Handel kommenden sog. Reichslampen geb
110 Kerzen Leuchtkraft. Dieselbe unterscheidet sich dadurch von den sonst üb
Erdöllampen, dass das Luftzuführrohr *G* (Fig. 127) mitten durch das Oelgef
mit Docht *H* geht. Der sternförmige Einsatz *B* mit Brandscheibe *A* regelt die
vertheilung.

Regenerativerdöllampen haben bis jetzt keine nennenswerthen prakt
Erfolge (J. 1887, 85; 1890, 158).

Besonders für Arbeiten im Freien sind neuerdings die Oeldampfbren
wichtig geworden, in denen schwere Steinkohlentheeröle zerstäubt verbrannt w
Nach Hannay wird z. B. das bei *a* (Fig. 128 S. 137) unter Druck zugeführte,
die mit feiner Oeffnung versehene Düse *c* des Rohres *b* austretende Oel an der Br
mündung zerstäubt, indem durch die Flamme Pressluft oder Dampf um die
Düse *c* in den Raum zwischen *c* und der äusseren Düse *d* geleitet wird. Die

1) J. 1887, 87; 1888, 79; 1889, 83; 1890, 160; 1894, 110.

ıit etwas geringerem Drucke als der Brennstoff bei e eingeführt, durchstreicht ' sowie Schlange g und gelangt durch Rohr h nach dem Raume zwischen den c, d, während Verbrennungsluft ausserdem durch Löcher eines Mantels i über ınd n zugeleitet wird. Ein kleiner Dochtbrenner m entzündet die etwa erloschene flamme wieder.

ei der Beleuchtungsvorrichtung der Lucigen Light Comp. wird rennstoff der Pfanne p (Fig. 129) aus einem luftdicht geschlossenen Behälter des Rohres o und des Lufteinlasses q zugeführt, so dass in p ein nahezu gleichıder Abstand herrscht. Das Oel wird an der Oberfläche entzündet und in die dieser Flamme wird mittels des Stutzens s Wasserdampf eingeführt, welcher zeitig durch die Oeffnungen r und s Luft ansaugt. Die Verdampfung des in v ührten Druckwassers erfolgt in der Schlange w durch die erzeugte Flamme Die so erzeugte Flammengarbe schlägt innerhalb der Schlange w empor und effnung z heraus.

olaröllampen erforderten nach Grotowsky (J. 1890, 66) für 100 Kerzenn 318 g Solaröl. Nach Glasenapp waren 339 bis 500 g russisches Erdöl

Fig. 128.

Fig. 129.

Fig. 130.

lerlich (J. 1887, 82). Für die besten grossen Brenner fand Verf. früher 883, 1229) einen Erdöl- oder Solarölverbrauch von nur 280 bis 300 g für Kerzenstunden in wagrechter Richtung (vgl. S. 144). Becker (J. 1894, 111) t für 268 g amerikanisches und nur 230 g russisches Erdöl 100 Kerzenstunden. Petroleumglühlichtlampe. Nach L. V. Lewitzki (D. R. P. Nr. 96056) die obere Kammer A (Fig. 130) des Petroleumbehälters, in welche durch einen en B mittels Druckpumpe die Flüssigkeit eingeleitet wird, durch ein Regulir- M mit einer unteren Kammer L in Verbindung, von der aus die zum Imprägniren ufgeschütteten Materials C nothwendige Petroleummenge in eine oder mehrere röhren K geleitet wird. Die zur Mischung nothwendige Luft wird in einer ner R durch einen zwischen zwei innerhalb des Behälters A concentrisch angeordCylindern befindlichen Docht D, nach dessen Anzündung, erwärmt und dadurch lasst, das imprägnirte Material zu durchstreichen, um dann als Gasgemisch mit

Hilfe eines im Lampensockel befindlichen Triebwerkes und eines mit ihm i
bindung stehenden Flügelwerkes *F* zu dem Glühstrumpf geleitet und dort entzün
werden. — Die Erdölglühlichtlampen haben noch sehr wenig Verbreitung gef
mehr die Spirituslampen.

Spiritusbeleuchtung. Die Fortschritte in der Herstellung von
haften und billigen [1]) Glühstrümpfen veranlasste zu Versuchen, Spiritus zur Beleu
zu verwenden [2]). Die Lampe von Schuchardt hat keinen Docht. Wie Fi
andeutet, fliesst der durch Verschraubung *a* in den ringförmigen Behälter *A* g
Spiritus durch zwei Rohre in den Behälter *B* und steigt von hier in dem mi
Rohre auf. Soll die Lampe entzündet werden, so lässt man durch Hahn *b* eine
bestimmte Menge Spiritus in die Schale *e* fliessen und entzündet diesen. D
wird die darüber befindliche Wärmflamme entzündet, welche den Spiritus im Mit
verdampft. Der aufsteigende Dampf tritt bei *n* in einen kleinen Bunsenbrenner
welchem der Glühstrumpf *C* aufgehängt ist. Nach Versuchen des Verf. (J. 18
gibt die Lam
angenehmes
Licht bei Verw
von 93proc. S
besser noch ist 9
Spiritus, währe
ritus unter 90
nicht mehr
bar ist. Von 9
Spiritus brauc
Lampe im
schnitt stündlic
und gab mit
Glühstrumpf 4
zen, nach et
Stunden nur n
Kerzen. — Die
von Siemens
Docht versehen

In der
Lampe von
chardt (Fig.
kann selbst 8
Spiritus gebran
den. Die Füll
Lampe geschie
geschlossenem I
durch *u* in das B
Zum Anzünden
man den Doppe
durch Herunte

Fig. 131.

Fig. 132.

des Ringes *o*. Hierdurch wird die Verbindung des Bassins durch das Verbin
rohr *k* mit dem Vergaser *a*, ferner die Füllung des ringförmigen, mit Asbest ausg

1) 1 k Thoriumnitrat kostete 1895 noch 1800 bis 1900 Mk., 1899 nur 35 bis 3
2) J. 1896, 67; 1897, 129; 1898, 94.

rmers g durch das Ablaufrohr i mit einer bestimmten, zur Einleitung der Ver- nöthigen Menge Spiritus bewirkt. Dann öffnet man die Verschlussklappe x indtrichters l und entzündet durch Einführen einer brennenden Lunte in den er den im Vorwärmer befindlichen Spiritus. Der in dem Vergaser enthaltene is wird dadurch zum Sieden erhitzt, und der Spiritusdampf tritt nun durch das l und die Kugel z in den Brenner und entzündet sich oberhalb des Cylinders an n Vorwärmer noch brennenden Spiritus. Nachdem so die Lampe angezündet ist, ie weitere Verdampfung des Spiritus durch die Hitze der Leuchtflamme bewirkt. icherheitshebel q soll vermöge seiner Stellung die Füllung des Bassins mit Spiritus i geschlossenem Hahn ermöglichen. Im Vergasungsrohr a befindet sich ein mit gefülltes Rohr aus Drahtgaze. Durch diese Vorrichtung wird ein heftiges llen des an dem Vergaser siedenden Spiritus verhindert und eine gleichmässige fentwickelung bewirkt. Der Vergaser hat an dem einen Ende die Verschrau- b, die zum Zweck einer etwa nöthig werdenden Reinigung oder Erneuerung der füllung entfernt werden kann. Die obere Verschraubung p verbindet den Ver- a mit dem Brennerrohr d. Die Kugel z enthält ebenfalls eine in Drahtgaze ein- te Asbestfüllung, welche die beim Beginn der Vergasung sich zu Flüssigkeit con- enden Dämpfe aufnimmt. In Folge der bald eintretenden Erwärmung der Kugel n diese flüssig gewordenen Antheile wieder allmählich verdampft. Das Aus- n der Lampe wird durch Herunterziehen des Ringes z bewirkt. Hierdurch wird pirituszufluss zum Vergaser abgesperrt. Die Lampe brennt dann noch kurze veiter, bis der im Vergasungsrohr noch enthaltene Spiritus verdampft ist. — che ergaben im Mittel 71,3 Hefnerl. für 138,2 cc Spiritus, somit 196 cc für Kerzenstunden.

Lucin von Guttmann und Herzfeld ist eine Lösung von Naphtalin u. dgl. in Spiritus, ohne Glühstrumpf verbrannt wird (vgl. J. 1899).

Gasbeleuchtung.

Den Antheil der Bestandtheile des Leuchtgases an der Leuchtkraft der ne prüften Thorp und Frankland (J. 1888, 95). 1 Kubikfuss (28,3 l) Benzoldampf asserdampf verdünnt gab in einem Fall 69,71 Kerzen, mit Kohlenoxyd in gleichem Maass scht dagegen 73,38 Kerzen, und mit Grubengas 92,4 Kerzen, in einem anderen Versuch Kerzen. Mit letzterem wurden also bei derselben Menge Benzol etwa 30 Proc. mehr tkraft erlangt, als beim Verdünnen mit Wasserstoff. Es ist ausser Zweifel, dass die viel e Temperatur der Grubengasflamme die höhere Lichtwirkung hervorruft gegenüber der rstoffflamme; die glühenden Theilchen werden bei ersterem auf eine höhere Temperatur cht und dadurch grössere Leuchtkraft erzielt[1]).

Nach Deville (J. 1889, 36) erzeugten 3,939 g aromatische Kohlenwasserstoffe mit 77 Proc. l im Gas 0,622 Carcel oder 0,157 Carcel für 1 g aromatischer Kohlenwasserstoffe. In nten der gesammten Leuchtkraft ausgedrückt werden geliefert:

von den schweren Kohlenwasserstoffen	34,9	
„ „ aromatischen Kohlenwasserstoffen mit 92 Proc. Benzol	49,2	65,1
„ „ „ „ „ 52 „ „	15,9	

Fernere Untersuchungen haben gezeigt, dass die 3 bis 4 Proc. Aethylen, welche im mittleren nthalten sind, nur wenig zur Leuchtkraft beitragen. 1 Proc. erhöht die Leuchtkraft um Proc., sonach die obigen 3 bis 4 Proc. um 10 bis 13 Proc. Es würden für Acetylen und len 22 bis 25 Proc. der Leuchtkraft übrig bleiben.

---

1) Nach J. Sheard bewirkt je 1 Proc. Kohlensäure im Leuchtgas eine Abnahme der tkraft um 2,3 Proc. beim Argandbrenner, 5,6 Proc. beim Flachbrenner und 9,9 Proc. beim 'schen Brenner. (J. 1888, 88.)

Die Brenner für Leuchtgas werden aus Metall, besser aber aus Porzella Speckstein hergestellt, da sich bei diesen die Gasausströmungsöffnungen nicht Oxydation verstopfen.

Man unterscheidet besonders: 1) Der Einloch- oder Strahlenbrenn steht aus einem kurzen, hohlen Cylinder, welcher oben durch eine mit einem Loche versehene Deckplatte verschlossen ist. 2) Der Schnitt- oder Sch brenner enthält im knopfförmigen Ende einen mit der Säge gemachten Ein Die Flamme ist flach, mehr breit als hoch, und findet besonders bei der St beleuchtung Anwendung. Der Form der Flamme wegen nennt man diesen B auch Fledermausbrenner. Wenn zwei Schnittbrenner so gegeneinander geneig dass die beiden Flammen sich durchdringen und eine einzige Flamme bilden, man den Zwillingsbrenner, welcher mehr Licht gibt, als die beiden ein Brenner, aus denen er besteht, für sich zu entwickeln vermögen. 3) Der Zwei brenner (Manchesterbrenner, Fischschwanzbrenner) hat statt des Schlitz Schnittbrenners zwei Oeffnungen, welche unter einem Winkel gegen einander g sind, so dass die beiden aus ihnen austretenden Gasströme sich gegenseitig ab und zu einer Flamme vereinigen, welche mit ihrer Fläche rechtwinkelig zu der der beiden Oeffnungen liegt. 4) Bei dem Argand'schen Brenner beste Flamme aus einer kreisrunden Reihe kleiner Strahlen, deren jeder aus einer beso Oeffnung hervortritt. Der Brenner ist ein hohler Kranz, welcher auf der oberen mit feinen Oeffnungen versehen ist (vgl. J. 1882, 1120). 5) Der Dumas-Bre gleicht dem Argand-Brenner, nur ist die Flamme durch einen Gasstrom ge welcher aus einer kreisrunden Schnittöffnung hervortritt. 6) Beim Sonnenbre hat man eine Anzahl von Zweiloch- oder Schnittbrennern, die so gestellt sind deren Flammen in einander fliessen; sie sind mit einem Reflector und Ventil abzug versehen und eignen sich zur Beleuchtung von Kirchen, Theatern, grö Sälen u. dgl.

Eine wesentliche Verbesserung sind die mit Vorwärmung von Gas und Lu sehenen sogen. Regenerativgasbrenner[1]). Der Brenner von Fr. Sie besteht, wie Fig. 133 bis 135 (S. 141) zeigen, aus mehreren in einander gest senkrechten Behältern. Die Luft, welche unten durch die Schlitze bei *a* ein nimmt die mit Pfeilen bezeichneten Wege durch die äusseren Luftgener kammern *d*, um ausserhalb des Porzellancylinders *z* mit dem aus den im Regen kreisförmig gestellten Röhren *r* entweichenden Gase zu verbrennen. Die geb Verbrennungsproducte entweichen zum Theil abwärts durch den hohlen Por cylinder *z* und den inneren Regenerator *s* durch den Stutzen *q* in das Esse welches seitlich des Hauptkörpers aufwärts in die oberhalb des Porzellancylin aufgestellte Esse führt; ein anderer Theil der Verbrennungsproducte entweicht aufwärts in in die Esse. Indem die letztere direct durch einen Theil de brennungsproducte erwärmt wird, dient der durch den Regenerator *s* abwä zogene Theil derselben zur Vorwärmung der Luft und des Gases. Es ist zu bemerken, dass die vorgewärmte Luft vermittels sogen. Luftzertheilungsk welche an den Mündungen der Gasröhrchen und etwas darüber angebrach zertheilt und geleitet wird. Es ist ersichtlich, dass die zur Vorwärmung äusseren Regeneratorkammern aufwärts geführte Luft und das aus dem Röhr entweichende Gas den entgegengesetzten Weg nimmt, wie die im mittleren R rator abwärts geführte Flamme, also bei hinreichender Heiz- bez. Kühlfläch

---

1) J. 1881, 1031; 1882, 1129; 1883, 1073; 1885, 1282; 1886, 1141; 1887, 138; 188 1889, 84; 1890, 162.

diger Austausch der Wärme zwischen Luft-, Gas und Flammenproducte
.et.
o es darauf ankommt, das Licht nach unten zu werfen, sind die umgekehrten
er mit Vorwärmung, die sog. invertirten Regenerativbrenner empfehlenswerth.
n Brenner von Siemens führt das Gaszuleitungsrohr *G* (Fig. 136) in den
nten Gasring *R*. Dieser trägt nach unten zu eine Anzahl kreisförmig ein-
ubter oder eingetriebener Brennröhrchen *r*, welche sich nach unten, wie die
ng Fig. 137 darstellt, zu einem kleineren Kreis zusammenziehen. An der
n und engsten Stelle des durch die Brennrohre *r* gebildeten Kreises befinden

Fig. 133.

Fig. 134.

Schnitt 1—1

Fig. 135.

Fig. 136.

Fig. 137.

e Mündungen derselben. An dieser Stelle entweicht das durch die Gaszuleitungs-
n den Gasring geführte Gas nach unten behufs Verbrennung. Die dazu erfor-
e Brennluft wird von unten (siehe Pfeile) in den äusseren Mantel *M* eingeführt,
zuerst nach oben über den sich analog der Stellung der Brennrohre nach oben
ernden Mantel *m*, um von oben in den Raum, in welchem die Brennrohre sich
n, dieselben umgebend, einzutreten und mit dem Brenngas als Flamme nach
zu entweichen. Zur besseren Zusammenführung von Gas und Luft trägt der
Mantel *m* am unteren Ende nach innen zu eine Leitfläche, wodurch der Durch-
Querschnitt an dieser Stelle sehr verengt wird. Die Flamme entwickelt sich
bwärts, wird aber durch den unten zu ausgeschweiften Essenhals *s* aus Porzellan
nderen feuerfesten Stoffen oder auch Mineral oder Metall, wieder aus einander
en, den unteren Rand des Essenhalses umgebend nach innen abgelenkt, um
den eigenthümlich geformten Essenhals aufwärts durch den Gasring nach der
 zu entweichen. — Der hier aus Porzellan dargestellte Essenhals *s* besitzt eine

starke Einschnürung in der Höhe der am Mantel m angebrachten Leitfläche, die Schnürung der Flamme ausserhalb und innerhalb des Essenhalses sich a Horizontalebene befindet. Die untere Erweiterung des Essenhalses ist trompete gestaltet, während derselbe sich nach oben kegelförmig erweitert. Am oberen Ende trägt der Essenhals eine Bajonettverschlussvorrichtung, die es ermöglic Essenhals von unten in den Brennring oder in die Esse einzusetzen, wenn Ersat wird. Im oberen erweiterten Theile des Essenhalses ist ein conisch geformter oder hohler hellfarbiger Körper K aus feuerfestem Material derart angebrac die Verbrennungsproducte nach aufwärts steigend diesen Körper umgeben u berühren behufs Abgabe ihrer mitgeführten Wärme. Dieser feuerfeste Körper dadurch sehr heiss und dient dem Zwecke, die so erhaltene Wärme durch St auf die inneren Flächen des Essenhalses zu übertragen. Durch diese Anordnu ein grosser Theil der sonst verloren gehenden Wärme der Verbrennungsprodu genutzt, und zwar um den Essenhals s, die Brennrohre r und die Mäntel m durch Leitung und Strahlung zu erwärmen; mit deren heissen Flächen wird geführte Brennluft in innige Berührung gebracht, also ebenfalls hoch vorg Der erforderliche Gasverschluss wird durch die Glashalbkugel G und den Glas gebildet; letzterer gestattet auch, dass ein Theil des erzeugten Lichtes unm nach oben geworfen wird.

Die Firma Friedr. Siemens & Co. in Berlin SW. liefert diese Bre der durch Fig. 138 (theilweiser Durchschnitt) verdeutlichten Form. Bei a sich die Stellschraube des Gasdruckreglers, b der Gashahn, bei c die Zündflamme (vgl. J 58 u. 140).

Fig. 138.

Beim Regenerativgasbrenner vo Foster wird das durch Rohr N (Fig. 1 geführte Leuchtgas namentlich in der Erweit vorgewärmt, geht durch kleine Oeffnun den Raum v und Rohr s zu dem ringf Brenner e. Die be gesaugte Luft gela dem ringförmigen R aus durch zwei seitlic bindungen c in de förmigen Raum d, u in den Pfeilrichtun beiden Seiten des B auszutreten, wobei de Luftstrom durch An möglichst nahe a Flamme geführt wird heissen Verbrennu entweichen durch de förmigen Raum J u zug K.

Fig. 139.

Bei dem Brenner von Wenham geht das Leuchtgas durch das unten ver Rohr g (Fig. 140 S. 143) zum Brenner e. Die Luft strömt von a durch Rohre Raum C zum Brenner, während die Verbrennungsgase im Zwischenraume z auf und dabei Gas und Luft vorwärmen.

‹sglühlicht. Auer v. Welsbach entleuchtete das Leuchtgas, d. h. er ‹te es in einem Bunsen'schen Brenner und erhitzte darin einen cylindrischen ‹antel zum Glühen. Fig. 141 zeigt einen gewöhnlichen Bunsen'schen *a*, über welchem ein Mantel *s* aus ‹der Baumwolle mittels Platindraht ‹n stellbaren Träger *b* hängt. Das ist getränkt mit einer Lösung von ‹saurem Lanthan und Zirkon, oder oder Erbium und Zirkon, welch auch durch Magnesia ersetzt werden ‹Durch die Flamme wird das Gewebe ‹t und es bleibt ein cylindrischer ‹per der betreffenden Oxyde zurück, ein ruhiges Licht ausstrahlt. — ‹htmenge nahm aber bald ab, zudem ‹r Mantel sehr zerbrechlich (vgl. ‹, 134). Pintsch verbesserte den ‹; die Lampe verlangte aber vor wie nach sehr vorsichtige Behandlung (vgl. ‹, 112 u. 116).

Fig. 140.

Fig. 141.

‹zwischen sind diese Glühkörper ganz erheblich verbessert, so dass dadurch die ‹ativbrenner überholt sind. Nach neueren Untersuchungen (J. 1898, 426) be- ‹die Glühstrümpfe jetzt wesentlich aus Thoroxyd. Auf die Glühkörper, ‹auf 99 Th. Thorerde 1 Th. Ceroxyd enthalten, sind hinsichtlich des Licht- ‹svermögens Neodymoxyd, Zirkonerde, Lanthanoxyd und Yttererde in Mengen ‹und 1 Proc. ohne Einfluss. Von Neodymoxyd, Lanthanoxyd und Yttererde ‹chtigen selbst 2 Proc. die photometrische Wirkung nicht. Erheblichere Mengen ‹toffe sind schädlich. Reine Gemische von Thorerde mit Ceroxyd erfordern ‹erzenstunde folgende Gasmengen:

Thorerde Proc.	Ceroxyd Proc.	Gasverbrauch nach Brennstunden 100	400	800
99,9	0,1	12	15	15 *l* Gas
99,5	0,5	3,3	4,3	5,2
99	1	2,6	3,0	3,6

‹rnere Versuche ergaben:

Glühkörper Thorerde Proc.	Ceroxyd Proc.	Stündl. Gasverbrauch für 1 Hefnerlicht
99	1	1,7 *l*
98	2	2,2
97	3	2,4
96	4	4,2
90	10	13
80	20	27 bis 34
70	30	31 „ 85
50	50	87 „ 110

‹e Helligkeit eines Glühlichtbrenners nach verschiedenen Richtungen be- ‹H. Krüss (J. 1898, 99):

	Gasglühlicht-brenner	Derselbe mit Holophanglocke
80° nach unten	0,7	16,5
70° „ „	5,9	25,4
50° „ „	23,4	24,1

	Gasglühlicht-brenner	Derselbe mit Holophanglocke
30° nach unten	44,0	45,7
10° „ „	52,2	60,5
0° horizontal	60,5	63,2
10° nach oben	60,5	61,9
30° „ „	53,6	18,2
50° „ „	45,7	23,4

Ueber die Theorie des Glühlichtes gehen die Ansichten noch ausein Einige nehmen Molecular- bez. Contactwirkungen an (J. 1897, 132). Dagege nach Le Chatelier (C. r. 126, 1861) der Vergleich der Strahlung, welcl einem mit Glühkörpermasse überzogenen Thermoelement einerseits von der Obe andererseits von Stellen, an denen durch Lücken in der Auermasse das Platin gelegt war, ausgesendet wird und der Vergleich mit der Strahlung anderer e Körper, dass das selective und, namentlich im Roth, sehr kleine Emissionsve der Glühkörperoxyde dieselbe zwingt, in der Flamme eine höhere Tempera andere Körper anzunehmen, um die zugeführte Wärmeenergie in Gestalt von Str zu zerstreuen [1]). Die Temperatur der Glühstrümpfe im Brenner wird zu rund angenommen, wo die auf ein Thermoelement aufgetragene Masse die gleiche Str zeigt. Die gesammte von den Glühstrümpfen ausgestrahlte Energie ist er geringer als die eines absolut schwarzen Körpers, trotzdem letzterer viel wen sichtbaren Lichtstrahlen entsendet. — Diese Theorie wird durch das Nerns Licht (S. 150) bestätigt.

Stephani (J. 1894) verglich die Spectra des Auerlichtes und des Bogenlichte Farben sind an Ausdehnung und Intensität gleichmässig vertreten, so dass ihre Misch weisse Licht des Bogenlichtes erzeugt. Beim Auerlichte dagegen überwiegt bedeut Intensität, ja sogar an Ausdehnung der grüne Theil des Spectrums, sehr spärlich ist d vertreten; das Roth hat dabei keine grössere Ausdehnung als beim Bogenlichte. Das gewicht des grünen Theiles mit dem Mangel der dazu gehörenden Complementärfarben Ursache der grünen Lichtfarbe beim Auerlichte.

roth	orange	gelb	grün	blau	violett	Auerbrenner
roth	orange	gelb	grün	blau	violett	Bogenlampe

Bewährt hat sich das Glühlicht von Fahnehjelm. Ein Fischschwanzb wird mit Wassergas (S. 50) gespeist und durch die Flamme Stäbchen aus Ma

1) Nach Tyndall (Wärme, eine Art der Bew. 1875 S. 535) enthält die Strahlun hellen Gasflamme höchstens 4 Proc. Lichtstrahlen. Ein gewöhnlicher Argandbrenner nun wiederum nach Messungen von Helmholtz etwa 12 Proc. Wärmestrahlen im Vergl seiner Verbrennungswärme. Aus beiden folgt, dass weniger als 0,5 Proc. der Verbrennung von einer Argandflamme in Licht verwandelt wird. Dagegen ergab sich, dass eine Glü 75 Proc. ihrer elektrischen Energie als Strahlung überhaupt, und 5,5 Proc. als Licht a Wenn es also möglich sein sollte, den zehnten Theil des absoluten Wärmeeffects des Leuc mittels Gasmotors und Dynamomaschine in Glühlampenenergie zu verwandeln, so würd indirecte Verwendung des Leuchtgases mehr Licht liefern als die directe Verbrennung im A brenner (vgl. J. 1883, 1243; 1889, 227; 1890, 197).

Die Sonnenstrahlen, welche durch eine Oeffnung von 0,9 mm Durchmesser entsprachen nach W. Thomson 126 Kerzen, entsprechend fast 20 000 auf 1 qc. Mon gleicht der Beleuchtung von einer Normalkerze in 2,3 m Entfernung.

Zirkonerde, Kaolin, Kieselsäure o. dgl. zum Glühen gebracht. Diese Glüh- werden jetzt wohl allgemein durch Glühstrümpfe ersetzt.

tracha (J. 1894, 116) fand, dass bei der Beleuchtung mit Wassergas das engte Eisenkohlenoxyd die Leuchtkraft der Glühkörper stark beeinträchtigt. bscheidung desselben durch Waschen mit Schwefelsäure gaben 200 *l* Wassergas gnesiumkamm 35 bis 50 Kerzen. Während ferner bei Glühstrümpfen mit hlenoxyd haltendem Wassergas die Leuchtkraft in 200 Stunden von 120 auf zen fiel, gaben sie nach der Entfernung der gasförmigen Eisenverbindung bei Verbrauch durchschnittlich 140 Kerzen bis 437 Stunden constant. Diese tung ist beachtenswerth.

essié du Motay stellte Wasserstoff durch Erhitzen von Kalkhydrat mit Kohle her

$$C + 2Ca(OH_2) = 2CaCO_3 + 2H_2;$$

stoff (z. B. auf dem Westbahnhofe in Wien), indem er zunächst Braunstein mit Aetz- er Aetznatron) gemengt bis auf etwa 450° an der Luft erhitzte, wodurch sich Kalium- at bildet:

$$MnO_2 + 2KOH = K_2MnO_4 + H_2O$$

n über das Gemenge überhitzte Wasserdämpfe leitete, wo die umgekehrte Reaction et:

$$2K_2MnO_4 + 2H_2O = 4KOH + Mn_2O_2 + 3O.$$

menge von Aetzkali und Manganoxyd in einem Luftstrom geglüht, verwandelt sich n in Kaliummanganat u. s. f.

e damit erzeugte Knallgasflamme wurde (z. B. auf der Ausstellung in Paris 1867) ne Cylinder von Magnesia oder Zirkon geleitet. Das Verfahren ist überall wieder auf- .

isst man eine Flamme von Knallgas ($H_2 + O$) gegen einen Cylinder aus Aetzkalk , so verbreitet der Kalk dadurch, dass er darin die höchste Weissglut mit blauweissem nnimmt, ein Licht, das Kalklicht, dessen Glanz das Auge kaum zu ertragen vermag. utzte es, namentlich in den grösseren Städten der Union, zur Erzielung intensiver Licht- für Leuchtthürme, Signale, Bauten, bei öffentlichen Darstellungen von Nebelbildern, roskopischen Objecten, Chromatropen, für die Benutzung der Laterna magica u. s. w. ssionskriege der Vereinigten Staaten spielte es in der Unionsarmee bei der Belagerung Forts eine grosse Rolle. Man nennt dieses Licht Siderallicht, Kalklicht, Hydro- n-Licht oder Drummond's Licht. Es ist durch das elektrische Bogenlicht gt.

Anschluss hieran möge die Beleuchtung mit Magnesium erwähnt werden; ist aber recht theuer, indem 100 Kerzenstunden 60 bis 80 Pfg. kosten (J. 1887, 61; 70).

cetylenbeleuchtung[1]). Seit Niederschrift von S. 98 sind eine ganze neuer Acetylenentwickler beschrieben (J. 1898, 59). Tropfapparate und pparate sollten nur in kleinem Maassstabe angewendet werden, um Erhitzung hüten, welche sehr heftige Explosionen bewirken kann; für grössere Anlagen e Einwurfapparate am besten. Wichtig ist die Reinigung des Acetylens. en aus 3 guten Handelssorten hatte nach Wolff (J. 1898, 73) folgende Zu- nsetzung:

	(Amerika)	(Deutschland)	(Schweiz)
Acetylen	98,41	99,01	98,63
Sauerstoff	0,87	0,55	0,63
Stickstoff	0,42	0,20	0,34
Wasserstoff	0,09	0,07	0,16
Schwefelwasserstoff	0,08	0,07	0,10
Phosphorwasserstoff . . .	0,05	0,03	0,03
Ammoniak	0,08	0,07	0,11

[1]) Vgl. F. Liebetanz: Handbuch der Calciumcarbid- und Acetylenbeleuchtung, 2. Aufl. 1899). Pellissier-Ludwig: Handbuch der Acetylenbeleuchtung und Calcium- brikation (Berlin 1898).

Ausser diesen Stoffen finden sich mitunter noch Siliciumwasserstoff, Arsenw stoff und organische Schwefelverbindungen vor. Von diesen Bestandtheilen i Gegenwart von Sauerstoff, Stickstoff und Wasserstoff in so kleinen Mengen unbe lich und kann vernachlässigt werden. Dagegen können Ammoniak, Schwefelw stoff und Phosphorwasserstoff schon in den obigen Mengen zu erheblichen Stör Veranlassung geben und ist deren Beseitigung daher unumgänglich nothwendi Ein Gehalt an Ammoniak kann zur Bildung des explosiven Acetylenkupfers fü Am gefährlichsten ist die Anwesenheit von Phosphorwasserstoff. Erstens greift selbe die Leitungen, Hähne, Ventile und Brenner, überhaupt alle aus Metall, beso aus Kupfer oder Kupferlegirungen bestehenden Theile so stark an, dass schon kurzer Zeit eine Abnutzung derselben eintritt. Besonders die beweglichen Th den Hähnen, Gasdruckreglern u. s. w. leiden darunter so stark, dass sie durch stopfung und Verschmierung vollkommen betriebsunfähig werden. Fernere N der Verunreinigungen sind die Bildung von schädlichen Verbrennungsproducten die Verminderung der Leuchtkraft; besonders erfüllt die Phosphorsäure, welche die Verbrennung entsteht, die Luft mit einem grauen Dunst, der die Athmungso belästigt. Die grösste Gefahr liegt aber in der Selbstentzündlichkeit, die der Pho wasserstoff und in noch höherem Maasse der Siliciumwasserstoff besitzt. Bei G wart von Luft können dadurch die gefährlichsten Explosionen des Acetylens h gerufen werden.

Zur Reinigung empfahl Frank (J. 1898 u. 1899) saure Metallsalzlösu Lunge (J. 1897, 123) Chlorkalk, Wolff (J. 1898, 75) entfernt vorher das A niak. Fig. 142 ze Querschnitt eine A lenanlage mit Reinig vorrichtung nach d System, wie es in grösseren Anlagen Allgemeinen Carbid Acetylengesellschaf lin ausgeführt ist. selben bestehen au Entwickler, den gungsapparaten un Gasometerglocke. Entwickler A ist dem System Picte struirt. Das Carbid mit der Hand in den trichter a eingeworf gleitet auf der sc Ebene b auf den sch Rost c. Die Gasentw lung, die hier statt steigt senkrecht nach und wird durch Wasserabschluss v dert, aus dem Einfüllrohr herauszutreten. An dem Einfüllrohr B ist der Ueb hahn G und auf dem Deckel des Entwicklers das Ueberlaufrohr H mit dem H angebracht, welches in den Einfüllkanal führt. Der Ausgang K führt in die

Fig. 142.

a B G b c H J K A C R D

pparate, während ein zweiter Ausgang direct in den Gasometer führt, beide sind
Hähne verschliessbar. Soll der Entwickler gereinigt werden, so werden beide
geschlossen und Hahn *I* geöffnet. Darauf wird so lange Wasser eingeleitet,
selbe den Rand des Einfüllschachtes erreicht, dadurch wird alles Gas aus dem
kler verdrängt und durch den Schornstein abgeleitet. Wenn jetzt das Kalk-
abgelassen wird und die Luft eindringt, so ist keine Spur Gas mehr in dem
kler vorhanden. — Soll der Apparat nach der Reinigung frisch gefüllt werden,
d zunächst wieder so viel Wasser zugelassen, bis dasselbe am Einfalltrichter
ıft, so dass der Entwickler vollkommen mit Wasser gefüllt und die Luft ganz
ıgt ist. Dann wird Hahn *I* geschlossen und der Hahn der directen Verbindung
m Gasometer geöffnet. Das Gas aus dem Gasometer tritt in den Entwickler
ückt so viel Wasser aus dem Ueberlaufrohr heraus, bis der Gasdruck dem Druck
assersäule gleich kommt. Es ist dadurch der Raum über dem Wasserniveau
nem Gas gefüllt. — Wird jetzt Carbid eingeworfen, so wird zunächst noch etwas
durch das Ueberlaufrohr abfliessen, bis der Wasserstand betriebsfähig normal
ın wird der Ueberlaufhahn geschlossen. Es entwickelt sich so von Anfang an
luftfreies Acetylen, und es kann in dem Entwickler stets nur entweder Luft oder
en, niemals aber ein explosives Gemisch enthalten sein. — Aus dem Entwickler
as Acetylen in den Wäscher *C* geleitet, in welchem es eine Lösung von Chlor-
n durchstreicht, die es von dem Ammoniak und zum Theil vom Schwefelwasser-
efreit. Die Reinigung von Phosphorwasserstoff, welcher dadurch nur wenig
iffen wird, geschieht in dem Reiniger *R*. In demselben ist Chlorkalk allein
ı Mischung mit anderen Stoffen so angeordnet, dass eine möglichst innige Be-
g des Gases mit dem Reinigungsmittel stattfindet. Für kleine Anlagen genügt
iniger, während für grössere Einrichtungen mehrere hintereinander anzubringen
Das Gas wird darauf in dem Trockner *D* getrocknet und von mitgerissenen
ämpfen befreit und durch Gasometer, Stationsgasmesser und Stationsdruckregu-
eleitet[1]). (Vgl. J. 1898, 82.)

ei Verwendung des Acetylens zur Beleuchtung[2]) ist zu beachten, dass in
tze der Verbrennung eine Polymerisation des Acetylens in der Flamme sowohl,
h innerhalb des Brenners eintritt, sobald die Temperatur desselben hoch genug
en ist. Die flüssigen und festen Polymerisationsproducte setzen sich von aussen
r Brenneröffnung sowohl als in derselben fest und verstopfen dieselben um so
r, je enger die Oeffnungen sind. Aus diesem Grunde sind die Schnittbrenner
etylen nicht zu gebrauchen, da die engen Schnitte zu leicht verstopft werden. —
besser haben sich Zweilochbrenner bewährt. Besonders die Braybrenner,
für Acetylen mit besonders feinen Bohrungen angefertigt wurden, werden auch
noch gebraucht. Das Princip der Zweilochbrenner besteht darin, dass zwei aus
en gegen einander geneigten Bohrungen kommende runde oder ovale Gasströme
ıander stossen und sich durch den Anprall zu einer flachen Gasschicht von zier-
Fächerform ausbreiten. Bei den Braybrennern sind die Bohrungen in einem
erkopf aus einer porzellanartigen Masse angebracht, welcher in einer Messing-
g gefasst ist. Diese Brenner geben eine schöne Flamme und haben eine sehr
hotometrische Nutzwirkung, sie verstopfen sich aber auch schon nach so kurzer
dass ein häufiges Reinigen und Putzen nothwendig ist, um sie verwenden zu
ı. So lange das Acetylen aus engen Oeffnungen gebrannt wird, ist eben ein
pfen derselben unvermeidlich. Reines Acetylen kann aber aus weiten Oeffnungen

[1]) Sicherheitsvorschriften für Acetylenfabriken: J. 1898, 85.
[2]) In Deutschland werden z. Z. jährlich etwa 6000 t Carbid verbraucht.

nicht gebrannt werden; man war deshalb genöthigt, dasselbe mit anderen Gas vermischen, um ein befriedigendes Resultat zu erhalten. Am besten bewährte sic Mischung mit Luft, welche nach Art des Bunsenbrenners im Brenner selbst er folgt. — Folgende Brenner der Allgemeinen Carbid- und Acetylengesellschaft l sich als gut erwiesen. Der erste Brenner (Fig. 143) vereinigt das Princip der lochbrenner mit der Luftzuführung. Er besteht aus 2 Metallröhren, welche in Winkel von 90⁰ gegen einander geneigt sind. Dieselben tragen zwei Speck köpfchen, die den eigentlichen Brennerkopf bilden. Im unteren Theile derselben eine feine Oeffnung, durch welche das Gas einströmt, und welche von 4 Luftlö umgeben ist. Das Acetylen tritt durch dieselbe ein, reisst durch die Luftlöch nöthige Luft mit sich und tritt dann aus der oberen weiten Oeffnung aus. Die b Gasströme treffen dann aufeinander, nachdem sie einen gewissen Weg in der zurückgelegt haben, und bilden eine Schmetterlingsflamme, welche nicht auf Brenner, sondern über demselben in der Luft gebildet wird. Dadurch wird be dass die Brenneröffnung verhältnissmässig kühl bleibt. Da dieselbe ausserdem ist, so kann dieselbe sich schwer verstopfen und kann leicht gereinigt werden. andere Brenner, ein Schnittbrenner (Fig. 144), besteht aus einem Metalltheil, d

Fig. 143.

Fig. 144.

Fig. 145.

seinem unteren Ende die Gasdüse, welche von den Luftlöchern umgeben ist, en während auf dem oberen Ende ein gewöhnlicher Hohlkopfschnittbrenner befestigt

Der Brenner von Billwiller (D. R. P. Nr. 95192) besteht aus einem h das Brennergewinde tragenden Messingkörper *A* (Fig. 145), welcher in seinem sich gegenüberstehende und unter einem Winkel von 90⁰ gegeneinander geneigte rungen besitzt; in letzteren sind zwei Einsätze *B* aus Speckstein befestigt. Diese sätze sind ebenfalls durchbohrt und tragen die feinen Ausströmungsöffnungen *b*, Achsen sich in der Hauptachse des Brenners treffen. Ein eigenartig geformtes St aus Nickelblech ist so auf den Specksteineinsatz aufgestülpt, dass ein Lappen dess die Gasausströmungsöffnung in einem kleinen Abstand *a* überdeckt und auf drei S der Luft freien Zutritt zu diesen Oeffnungen gestattet. Die Vorlage selbst besitzt etwas grössere Oeffnung *c* gegenüber der Gasausströmung. Das reine Acetylen bei *b* mit einer bestimmten Geschwindigkeit aus und strömt geschlossen durch Oeffnung *c* der Vorlage gegen die Brennerachse. Beim Durchströmen des Zwis raumes *a* reisst das Gas Luft mit sich, welche sich mit demselben innig vermeng eine genügende Menge Sauerstoff hinzuführt, so dass das Gasluftgemisch vollko verbrennen kann. Der Vorgang spielt sich genau gleich ab, wie bei dem beka Bunsenbrenner. Die beiden Einlochflammen treffen sich nun in der Brennerachse bilden eine zur Papierebene senkrecht stehende Flamme von der in der Figu

lten Form. Der Brenner gab bei 50 mm Wassersäulen-Druck mit 22 *l* Acetylen
rzen. — Nach P. Wolff (J. 1898, 88) erforderten Einloch- bis Fünfloch-
r für 100 Kerzenstunden 86 bis 216 *l* Acetylen, Bray-Schmetterlingsbrenner
64 *l*, Schnittbrenner 51 bis 87 *l*, nach Weber (J. 1898, 90) 70 bis 120 *l*
en, nach Bullier (J. 1898, 91) verschiedene Brenner 60 bis 200 *l*.
'ür Eisenbahnbeleuchtung bewährt sich ein Gemisch von 3 Th. Oelgas und 1 Th.
en (J. 1897, 108; 1898, 92).

Elektrische Beleuchtung.

3ei der Bogenlampe werden zwei Kohlenstifte, zwischen denen der Strom als
ogen übergeht, selbstthätig nachgeschoben, so dass der Abstand der Kohlen-
ı gleich bleibt. Bei Gleichstromlichtern nimmt der positive Kohlenstab,
er stets als der obere genommen wird, die Form einer abgestumpften Spitze an,
mit einer geringen Aushöhlung an Stelle der Spitze, während der untere negative
nstab richtig spitz oder wenigstens mit einer stark convexen Kuppe abbrennt.
er unteren Spitze leuchtet nur eine kleine Stelle, während weitaus das meiste
von der Innenseite der nach unten gekehrten Aushöhlung der oberen Kohle aus-
ılt wird und darum ausschliesslich nach abwärts fällt. Das anschaulichste Bild
eser Erscheinung erhält man durch Einschliessung des Lichtes in eine Kugel aus
glas. Der obere Theil der Kugel ist dann verhältnissmässig dunkel, der untere
ell, mit Ausnahme des ganz unteren Theiles, wo sich wieder der Schatten des
n Kohlenstabes bemerkbar macht. Die Grenzen zwischen den Helligkeitszonen
aber fast nie wägerecht, sondern mehr oder weniger schief und zwar besonders
wenn die Kohlenstäbe nicht ganz gerade sind und darum nicht ganz genau über
ler stehen. (Vgl. J. 1889, 96.)

n Fig. 146 sind durch die ausgezogene Curve *a* die Lichtstärken graphisch aufgetragen
nem Lichte mit 9,4 Ampère Stromstärke, 45 Volt Spannungsdifferenz an den Kohlenstäben
i 11 mm Dicke der oberen und 9 mm der
ı Kohle. Die Linie *OB* bezeichnet die Hori-
, *O* die Lichtquelle. Die Lichtstärken sind
aus auf Linien, welche mit *OB* die gleiche
ıg haben, in welcher sie zur Horizontale ge-
ı sind, aufgetragen. Die eingetragenen
e sind Mittelwerthe aus vielfachen Messungen,
ın überhaupt bei elektrischen Lichtmessungen
ie mit einmaligen Beobachtungen begnügen
a sogar eine reiche Erfahrung machen muss,
cht mitunter recht groben Täuschungen aus-
zu sein. Man erkennt sofort aus dem Ver-
lieser Curve, dass bei ihr das Maximum der
virkung unter einem Winkel von etwa 37°
die Horizontale auftritt. Dasselbe ist über
grösser als die Ausstrahlung in der Hori-
en.

Fig. 146.

Wenn aber schon die Angabe der Lichtstärke
ackten Gleichstromlichtern schwierig ist, so
ei thatsächlichem Gebrauche der Lichter die Frage noch mehr verwickelt durch die Ein-
sung derselben in durchscheinende Glasgloben oder Laternen. Diese werden aber
ein angewendet, weniger um das Blenden des Lichtes zu vermeiden, wie gewöhnlich
ommen wird, sondern hauptsächlich weil ohne dieselben alle unteren Theile der Lampe,
aternenspeiche, ja sogar Ungleichmässigkeiten im durchsichtigen Glase, von dessen Ver-
ng zum Schutze der Lichter man doch nicht absehen dürfte, sehr hässliche scharfe Schlag-
n werfen. Bei Lichtern von gleichmässiger Ausstrahlung wird durch durchscheinende
ı oder Laternen das Licht gleichmässig um gewisse Procentsätze geschwächt, je nach der

verwendeten Glassorte. Diese betragen bei mattirtem und bei Alabasterglas etwa Opalglas über 20 und bei Milchglas über 30 Proc., bei schlechten Sorten, welc eben nicht verwenden darf, bis 60 Proc. und mehr. Es wird durch eine Kugel aus trübe jeder direct von dem Lichtbogen nach einem fernen Punkte fallende Strahl viel mehr gesc als wie seiner thatsächlichen Beleuchtung entspricht, weil eben jeder Punkt der Umgebu von den übrigen Theilen der Glocke erhellt wird, welche so zu sagen an ihrer ganzen Ob selbstleuchtend wird. Daraus folgt, dass bei ungleicher Ausstrahlung in der Richtu stärksten Strahlen eine weit grössere Schwächung der Beleuchtung durch trübe Glocken wird, als in der Richtung der schwachen Strahlen, ja dass in letzterer sogar eine Verst des Lichtes eintreten kann, weil die vorher dunkleren Stellen der Umgebung nunmehr hell beschienenen Stellen der Glaskugel mitbeleuchtet werden.

1 Kilowatt [1]) gibt etwa 1000 Kerzen Bogenlicht.

Bei den Glühlampen wird im luftleeren Raum ein Kohlenfaden durch E cität zum Glühen gebracht. Die Temperatur des Glühfadens beträgt im Mittel Eine 16 Kerzenlampe (= 14 Kerzen) erfordert etwa 50 Watt, 1 Kilowatt somit etwa 280 Kerzen.

Bei der Glühlampe von Nernst wird statt des Kohlefadens ein Röhrch Magnesia u. dgl. Oxyden durch Elektricität zum Glühen gebracht (J. 1898, 10

Er selbst sagte darüber in einem Vortrage am 9. Mai 1899, dass er durch rein theo Erwägungen zu dem Schlusse geführt wurde, dass mit Kohle oder anderen metallischen als Glühkörper elektrische Glühlampen von guter Nutzwirkung nicht herzustellen sind, aber mit Leitern zweiter Klasse (elektrolytischen Leitern) principiell möglich sein Es ist ja bekannt, dass jede Lichtquelle neben Lichtstrahlen auch Wärmestrahlen aus welche letzteren jedoch zum eigentlichen Zweck der Lampe nicht nur nichts beitragen, obendrein nutzlos Energie verzehren (beim gewöhnlichen Glühlichte etwa 97 Proc., beim lichte etwa 90 Proc. der hineingesandten Energie); je höher man die Temperatur de spendenden Stoffe steigern kann, um so günstiger wird das Verhältniss von Licht zur und der bessere Lichteffect einer Bogenlampe beruht lediglich darauf, dass man ihre stifte durch den Lichtbogen auf weit höhere Temperaturen bringt, als es der Faden eine lampe auf die Dauer verträgt. Da man nun aber aus praktischen Rücksichten die Tempe der bisherigen elektrischen Lampen kaum wird erheblich steigern können, so ist auch erhebliche Vermehrung des Lichteffects wenig Aussicht vorhanden.

Sehr viel weiter würde man natürlich kommen, wenn man als Glühkörper Substanz wenden könnte, die wenig Wärmestrahlen emittiren, bei denen also die hineingesteckte ele Energie möglichst vollständig als Licht erscheint. Dass unter den metallisch leitende rialien, gleichgültig ob es sich um reine Metalle oder um Gemische von metallisch le Substanzen mit seltenen Erden o. dgl. handelt, welche Substanzen nicht zu finde werden, scheint aus folgender Ueberlegung hervorzugehen. Alle undurchsichtigen Stoffe nach einem von Kirchoff entdeckten und völlig sicheren Naturgesetze viel mehr strahlen als Lichtstrahlen aussenden, indem sie das sog. normale Spectrum eines sch Körpers liefern; nach der elektromagnetischen Lichttheorie müssen andererseits die me leitenden Stoffe undurchsichtig sein. Daraus folgt also, dass sehr ökonomische Lampen wenn man mit den Temperaturen der Bogenlampen oder womöglich noch höheren operire mit metallischen Leitern nicht herzustellen sind.

Eine gewisse Analogie bietet die Erzeugung des Lichts in den Gasflammen; so Kohlentheilchen, wie früher, ausschliesslich die Träger der Lichtemission waren, hat stets durch strahlende Wärme empfindliche Verluste, und ihr Ersatz durch Substanzen, d

---

1) 1 Kilowatt = 1000 Watt oder VA. 736 VA. = 1 Pf. = 75 mk; 1 w = 425 kilogr.; somit:

w	mk	Pf.	VA.
1	425	5,73	4164
0,00235	1	0,01333	9,81
0,1765	75	1	736
0,00024	0,102	0,00136	1

$$1 \text{ Stunden Pf.} = \frac{75 . 60 . 60}{425} = 635 \text{ w.}$$

1 „ A. = 0,0375 g H.

s Spectrum liefern, insbesondere durch den Auer'schen Strumpf, war daher ein grosser ritt. Man braucht dem Auer'schen Strumpf zwar weniger Energie hinzuführen, als heilchen, um eine gewisse Lichtmenge zu erhalten, bei gegebener Temperatur aber umgekehrt Kohlentheilchen mehr Licht aus, als das Auer'sche Gewebe, weil ja das ım der Emission, und zwar sowohl für Licht als für Wärme, der Kirchoff'sche schwarze liefert. Nur weil das Verhältniss von Licht zur Wärme beim Auer'schen Strumpf so l günstiger ist, als beim glühenden Kohlenstoff, vermag der erstere viel leichter die hohe atur der Flamme anzunehmen und deshalb ist der Auerbrenner der gewöhnlichen Gas- so überlegen.

emische von Oxyden, welche kalt isoliren, werden beim Erwärmen gute Leiter. Erwärmt nit den Glühkörper, so wird er ein wenig leitend, ein schwacher Strom durchfliesst ihn, hn nunmehr auf immer höhere Temperatur, der Glühkörper wird zu einem ausgezeich- eiter und bleibt es, so lange der Strom geschlossen ist. Zur Anregung des Glühkörpers eine Vorwärmung erforderlich, und man erhält so durch Combination eines elektroly- Glühkörpers mit einer äusseren Wärmequelle eine gebrauchsfertige Lampe. Die völlige rennlichkeit der Oxyde macht das schützende Vacuum der gewöhnlichen Glühlampe lich.

m einfachsten macht sich die Vorwärmung des Glühkörpers mit einem Streichholze. hält so eine zwar billige, aber nicht sehr bequeme Lampe. Ein zweiter Weg besteht in nbination des Glühkörpers mit einem elektrischen Heizkörper, der auf geeignete Weise len Strom, welcher den Glühkörper durchfliesst, ausgeschaltet wird.

er Energieverbrauch für die Nernstlampe ist zur Zeit auf $1^1/_2$ bis $1^3/_4$ Watt für die Kerze tzt worden. Die Nernstlampe soll zunächst für 25 Kerzen, 50 Kerzen und 100 Kerzen ınnungen von 110 und 220 Volt hergestellt werden. Es sind aber auch Versuche im Lampen von solcher Grösse herzustellen, dass sie nicht nur die Wechselstrom-Bogen-, sondern auch die kleineren Typen der Gleichstrom-Bogenlampen, Jandus-Lampen mit Erfolg ersetzen können. — Im Handel sind diese Lampen noch nicht zu haben.

Vergleichung der Beleuchtungsarten.

I. Cohn suchte die Grenze festzustellen, bei welcher Lichtmenge man noch ohne Anng lesen und schreiben kann, indem er die Zeit bestimmte, welche bei verschiedenen htungsgraden nöthig war, um 36 hakenförmige Figuren in 6 m Entfernung vorzulesen. ste angegeben werden, ob die 36 Haken nach oben, unten, rechts oder links offen waren. l nun, dass gelesen wurden bei

1 Meterkerzen	0 bis 12 Haken	in 40 bis 60 Sec.	mit sehr viel Fehlern,
5 „	36 „	„ 48 „ 73 „	mit vielen Fehlern,
10 „	36 „	„ 30 „ 60 „	mit einzelnen Fehlern,
20 „	36 „	„ 22 „ 26 „	richtig,
50 „	36 „	„ 17 „ 25 „	richtig wie bei gutem Tageslicht.

Ferner stellte er fest, dass in einer Minute von Zeitungsschrift 12 Zeilen bei 10 Meter-, dagegen 16 Zeilen bei 50 Meterkerzen (wie bei Tageslicht) von gesunden Augen gelesen n. 50 Meterkerzen sind also eine gute, 10 Meterkerzen die geringste Beleuchtung, welche beitsplatz haben darf [1]).

Bei der Vergleichung verschiedener Beleuchtungsarten bez. Kosten, Luftınreinigung und Wärmeentwickelung (vgl. J. 1883, 1228) genügt es die von der Flamme selbst gelieferte Lichtmenge für 100 Kerzenstunden zu de zu legen, vielmehr ist jedesmal der Zweck der Beleuchtung zu berücksichtigen.

Handelt es sich um die Beleuchtung kleiner Flächen, z. B. eines Schreibtisches, so berücksichtigen, dass, wie oben bemerkt, zur guten Beleuchtung eines Arbeitsplatzes terkerzen, zur ausreichenden aber mindestens 10 Meterkerzen gehören. Eine Erdöllampe 5 Kerzen gibt daher in 0,7 m Entfernung 25 : (0,7 × 0,7) = 50 Meterkerzen, d. h. eine Beleuchtung, in 1 m Entfernung natürlich 25 Meterkerzen, in 1,6 m noch 10 Meterkerzen, icht daher zur Beleuchtung eines Schreibtisches vollkommen aus. Kleinere Lampen

1) D. h. die von den Lichtquellen auf jenen Tischplatz geworfene Lichtmenge soll so viel gen, wie 10 Normalkerzen bei senkrechter Gegenüberstellung aus 1 m Entfernung hergeben n. Flächenhelligkeit vgl. J. 1888, 28.

müssen, um die gewünschte Lichtmenge zu erzielen, zu nahe gestellt werden und wirken durch Wärmestrahlung unangenehm.

Für die Beleuchtung grösserer Räume wurden vielfach die Gasflammen mit Vorw (S. 141), besonders die umgekehrten (S. 142), verwendet. Dass dieselben bei gleiche verbrauch die 3- bis 5fache Lichtmenge geben, als gewöhnliche Brenner, somit für 100 stunden entsprechend weniger Wärme, Kohlensäure u. s. w., ja die völlige Abführung d brennungsproducte gestatten, ist ja zweifellos. Leider steht aber diese Sammelbel tung insofern wesentlich hinter der Sammelheizung zurück, als die Wärmevert leicht, der Lichtvertheilung aber oft unüberwindliche Schwierigkeiten entgegenste die verschiedenen Lampen das Licht in verschiedenen Richtungen nicht gleichmässi strahlen, besonders aber, weil die Lichtstärke mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt Siemens'sche invertirte gibt unter 45° 195, lothrecht 222 Kerzen. Wird dieser an der angebracht, so gibt er in lothrechter Richtung in 1 m Entfernung also 222 Meterkerzen, nur 55, in 3 m 25 und in 4 m nur 14 Kerzen; 4 m vom Fusspunkt treffen wir nur 6 Kerzen, so dass nur ein Kreis von etwa 2 m Halbmesser die erforderlichen 10 Meter erhielte:

```
                    *
              195       195
                  222

                   55

                   25

   6               14               6
```

Ein 4 m langer Tisch wird somit durch 2 Lampen von je 25 Kerzen besser beleucht durch die 222 Kerzen in 4 m Höhe. Zu berücksichtigen ist ferner, dass alle umgek Flammen die Zimmerdecken völlig dunkel lassen, was besonders in Festräumen ungemein lich ist. 25 Paraffinkerzen geben u. U. eine viel festlichere Beleuchtung als 250 Kerzen invertirten Brenners. Von Einfluss ist auch die Farbe der Zimmerausstattung [1]), alles Ums welche bei Benutzung der Zusammenstellung (s. Tabelle S. 159) über die Kosten von 100 K stunden, Luftverunreinigung u. dgl. zu beachten sind.

Zu den Angaben über Erdöllampen ist zu bemerken, dass die gewöhnlichen La meist mehr Oel gebrauchen als 300 g, weil man versäumt, die Flamme richtig einzust Schraubt man einen 25-Kerzenbrenner zurück, so dass die Flamme z. B. nur 20 Kerzen g nimmt der Oelverbrauch nur wenig ab, steigt somit für die gleiche Lichtmenge, z. B. vo auf 340 g. Gleichzeitig steigert sich ganz bedeutend die Neigung zur unvollständigen brennung, weil bei Verkleinerung der Flamme die Temperatur abnimmt. Bestimmt m einer oben aus dem Cylinder unmittelbar in den S. 55 besprochenen Apparat gesaugten probe Kohlensäure und Sauerstoff, so wird man fast immer einen bedeutenden Luftübers finden. Vermindert man diesen, so steigert sich die Temperatur und damit auch die Leuch der Flamme, so dass es nicht schwierig ist, den Oelverbrauch auf 280 g zu ermässigen J. 1883, 1229). Bei Lichtmessungen sollte man diese einfache Gasanalyse nicht säumen. Für den täglichen Gebrauch wird man der Sicherheit wegen immer einen Luft schuss vorziehen. Jedenfalls gibt eine richtig construirte und behandelte Erdöl- bez. So lampe keine oder höchstens unmerkliche Spuren unvollständig verbrannter Producte. Auc anderen mit Cylindern versehenen Brennern ist eine Verunreinigung der Luft durch Kohlen und Kohlenwasserstoffe nicht zu befürchten (J. 1894, 114). Bei allen freibrennenden Fla ist dagegen, da völlig ruhige Luft selten zu erhalten sein wird, eine Luftverunreinigung Kohlenoxyd u. dgl. allerdings leicht vorhanden. Für Leuchtgas kommt dazu, dass bei schle Anlage oder nachlässiger Behandlung dieses direct aus der Leitung in die Zimmerleitung t kann. Leuchtgas (aber auch Erdöl) enthält ferner stets Schwefel, gibt also beim Verbre Schwefligsäure und Schwefelsäure, welche auf Zimmerpflanzen, vielleicht auch auf die Bewo nach A. Girard sogar auf Fenstervorhänge u. dgl. durch Bildung von Hydrocellulose theilig einwirken, und Witz zeigte, dass diese Verbrennungsproducte namentlich alle mit A

---

1) Es beträgt die Menge des reflectirten Lichtes in Procenten: schwarzer Sammt schwarzer Drap 1,2, schwarzes Papier 4,5, dunkelblau 6,5, dunkelgrün 10,1, hellroth dunkelgelb 20,0, blau 30,0, hellgelb 40,0, hellgrün 46,5, hellorange 54,8, weiss 70,0, Spiegel

färbte Stoffe missfarbig machen. C. Wurster schildert in lebhaften Farben die , welche Büchersammlungen und auch den Menschen durch die Verbrennungs- des Leuchtgases drohen; er hält aber nicht nur die Schwefligsäure, sondern auch die erbrennung entstehende Salpetrigsäure für bedenklich (J. 1888, 108).

Vergleichung der verschiedenen Beleuchtungsarten ist ferner zu berücksichtigen, dass Kerzen und Erdöllampen aus einem Zimmer in das andere gehen kann, mit Gaslampen) und elektrischen Lampen aber an eine Centralquelle angeschlossen ist.

ı erhält so für die gebräuchlichsten Beleuchtungsarten im Durchschnitt folgende Ver- hlen für Kosten, Luftverunreinigung u. dgl. (J. 1891, 64; 1896, 68):

	Lampenstunde		Berechnet auf 100 Kerzenstunden							Strahlende Wärme für 8 Kerzen in 1 Minute auf 1 qd in 37,5 cm Abstand
	Lichtstärke	Kosten	Verbrauch	Kosten	CO_2-Entwickelung	H_2O-Entwickelung	Wärme-Entwickelung [1]	Strahlende Wärme	Leuchtende Strahlung in Proc. der Ges.-Energie	
					k	k	w	w		cal.
Stearin . .	1	1,3	920 g	130	1,18	1,04	8100	—	—	8,7
Paraffin . .	1	1,2	770 g	120	1,22	0,99	7980	1080	0,45	8,2
lachbrenner	4	0,6	600 g	13,2	0,95	0,80	6240	—	—	10,8
undbrenner	25	1,9	330 g	7,3	0,53	0,44	3432	1080	—	10,6
lühlicht .	36	3,3	270 cc	(8,6)	0,38	0,25	1247	—	—	(1,2)
			(220 g)	9,1						
Schnitt-brenner	12	2,9	1,6 cbm	25,6	0,91	1,71	8480	820	0,35	6,2
Argand-brenner	25	4,8	1,2	19,2	0,68	1,28	6360	700	—	6,1
Glühlicht	46	2,2	0,25	(4)	0,12	0,12	1060	140	0,75	1,0
				4,5						
hes Glühlicht	15	4,1	—	27,3	0	0	400	250	7,14	2,2

r die strahlende Wärme sind die Werthe von Rubner (J. 1895, 76) eingesetzt; dabei erzen in 37,5 cm Abstand als gute Beleuchtung angenommen, welche 50 Meterkerzen rechen; die 1,2 cal. sind für Spiritusglühlicht entsprechend der Gesammtwärme nach glühlicht geschätzt. Entsprechende Versuche von Reichenbach (J. 1898, 99) er- hnliche Werthe. Jedenfalls geben Erdöllampen für den Schreibtisch recht lästige le Wärme.

---

[1] Der bei der Verbrennung entwickelte Wasserdampf entweicht oft als solcher, besonders ern ohne künstlichen Luftwechsel, es wird aber auch ein grösserer oder geringerer Theil Vänden oder Fensterscheiben verflüssigt. Es ist daher wohl richtiger, den Brennwerth, berechnet auf Wasserdampf von 20° in Rechnung zu setzen (vgl. J. 1887, 158).

II. Abschnitt.

Metallgewinnung.

Allgemeines.

Von der Metallgewinnung bez. Metallurgie können hier nur die chem[illegible] Vorgänge bei der Herstellung und Verarbeitung der technisch wichtigen [illegible] besprochen werden, während die mechanischen Einrichtungen (Aufbereiten, Walzen u. dgl.) der mechanischen Technologie zufallen.

Die meisten dieser Metalle werden in sogen. Hüttenwerken hergeste[illegible] Gewinnung und Verarbeitung ist Gegenstand der Hüttenkunde, während Herstellung einiger Metalle (Aluminium, Magnesium, Natrium) bisher der chem Fabrikindustrie zuwies. Bei der Gewinnung von Natrium und Kaliu[illegible] aber dieselben chemischen Vorgänge statt als bei der Destillation von Zink, des[illegible] bei der elektrolytischen Herstellung von Kupfer, Zink, Magnesium und Nat[illegible] dass für die chemische Technologie eine derartige Trennung un[illegible] erscheint.

Vorkommen der Metalle. Nur wenige Metalle finden sich gedie[illegible] meisten kommen in chemischen Verbindungen im Mineralreiche, in den Erz[illegible] und zwar als

1) Elemente; z. B. Gold, Platin, Wismuth, Kupfer.
2) Chloride und Fluoride: Verbindungen der einwerthigen Elemente Chlor und [illegible] Metallen (beim Erwärmen mit Schwefelsäure entwickeln sie HCl oder HF); z. [illegible] natrium, Carnallit, Kryolith.
3) Oxyde: Sauerstoffverbindungen der Metalle mit oder ohne Wasserstoff. Z. [illegible] kupfererz, Eisenglanz, Brauneisenstein.
4) Sulfide und entsprechende Verbindungen: Schwefel- und Arsenverbindun[illegible] Metalle. (Sie entwickeln auf Kohle SO_2 oder Arsengeruch, geben mit Soda meist[illegible] Z. B. Schwefelkies, Bleiglanz, Zinkblende, Rothgiltigerz.
5) Sulfate: Verbindungen der allgemeinen Formel $\overset{II}{R}SO_4$; mit Soda geschmolze[illegible] sie auf Kohle Hepar, im Röhrchen mit Soda erhitzt gibt die wässerige Lösung m[illegible] in Salzsäure unlösliches $BaSO_4$; z. B. Gyps, Schwerspath.
6) Borate. (Mit H_2SO_4 am Platindraht färben sie den Rand der Flamme schön grün[illegible] Boracit.
7) Nitrate: Verbindungen der allgemeinen Formel $\overset{I}{R}NO_3$ (sie sind löslich in Was[illegible] puffen auf Kohle); z. B. Natronsalpeter.

Dem Gewichte nach macht die feste Erdkruste 92,89, das Meer 7,08, die[illegible] sphäre 0,03 Proc. der gesammten Erde aus. Darnach ergibt sich nach C[illegible] (Chem. N. 61, 31) folgende proc. Zusammensetzung:

	Feste Kruste 93 Proc.	Ocean 7 Proc.	Mittel mit Einschluss der Luft
Sauerstoff	47,29	85,79	49,98
Silicium	27,21	—	25,30
Aluminium	7,81	—	7,26
Eisen	5,46	—	5,08
Calcium	3,77	0,05	3,51
Magnesium	2,68	0,14	2,50
Natrium	2,36	1,14	2,28
Kalium	2,40	0,04	2,23
Wasserstoff	0,21	10,67	0,94
Titan	0,33	—	0,30
Kohlenstoff	0,22	0,002	0,21
Chlor	0,01	2,07	0,15
Brom	—	0,008	
Phosphor	0,10	—	0,09
Mangan	0,08	—	0,07
Schwefel	0,03	0,09	0,04
Baryum	0,03	—	0,03
Stickstoff	—	—	0,02
Chrom	0,01	—	0,01
	100,00	100,00	100,00

ıach sind von den eigentlichen Metallen nur Aluminium und Eisen in grösseren vorhanden.

Gewinnung der Metalle geschieht

1. chemisch auf trocknem Wege,
2. desgl. auf nassem Wege.
3. mittels Elektricität.

zur Abscheidung der Metalle aus ihren Verbindungen erforderliche chemische nd die zum Schmelzen erforderliche Wärme wird als Wärme von den Brenn- S. 1 bis 40) oder als Elektricität geliefert.

Gewinnungsart der einzelnen Metalle auf trockenem Wege ist wesentlich ngig von den Eigenschaften der Metalle, zunächst vom Schmelzpunkt und unkt. Arsen schmilzt z. B. nur unter Druck und erst bei Rothglut, sublimirt eits bei 450°, es wird daher nur durch Destillation, nicht durch Ausschmelzen n. Cadmium destillirt früher als Zink, lässt sich daher durch gesondertes Auf- des zuerst übergegangenen Antheiles davon trennen. Kobalt, Mangan und rfordert zum Schmelzen die höchsten Hitzegrade u. s. f. Leider fehlt es noch n einem Verfahren, sehr hohe Wärmegrade sicher zu bestimmen (vgl. S. 5), so von verschiedenen Seiten gefundenen Zahlen oft weit von einander abweichen. r übrigens selbst kleine Mengen anderer Stoffe den Schmelzpunkt beeinflussen zeigt am besten das Eisen (s. Tabelle S. 156).

specifische Wärme der Metalle nimmt meist mit der Temperatur zu. sind die Bestimmungen für hohe Temperaturen noch nicht gemacht oder noch ısicher. So fand z. B. Byström[1]) für Eisen bei 1400° 0,403, während hon (J. 1887, 33) bedeutende Schwankungen in der specifischen Wärme des fand. Leider ist auch die latente Schmelzwärme und die Verbrennungs- ductionswärme erst von wenigen Metallen genau bestimmt. Wenn wir ch noch weit davon entfernt sind, die verschiedenen Hüttenprocesse rechnerisch erfolgen zu können, so erklärt doch diese Zusammenstellung bereits, dass z. B. stellung von Blei, Wismuth und Zinn leicht ausführbar ist, auch die Gewinnung cksilbers einfacher sein wird als die des Zinks.

[1]) Vgl. Landolt und Börnstein: Physikalisch-chemische Tabellen. (Berlin 1894.)

	Schmelzpunkt	Siedepunkt	Spec. Wärme (von 0 bis 100°)	Latente Schmelzwärme w	Verbrennungswärm[e]	
					Verbrennungsproducte	Für 1 k Metall w
Aluminium . . .	600 bis 700	Ueb. Weissgl.	0,210	—	—	—
Antimon	425 „ 450	1090 bis 1450	0,050	—	—	—
Arsen	—	450	0,076	—	As_2O_3	1030
Blei	326 „ 335	1450 bis 1600	0,032	5,8	PbO	243
Cadmium	310 „ 320	720 „ 772	0,055	13,7	—	—
Eisen, rein . . .	1600 „ 1800	—	0,114	—	FeO	1353
„ weiss Roheisen	1050 „ 1100	—	—	33	—	—
„ grau „	1100 „ 1250	—	—	23	—	—
„ Stahl	1300 „ 1400	—	0,118	—	—	—
Gold	1062 „ 1067	—	0,032	—	—	—
Kalium	62	719 bis 731	—	—	K_2O	1745
Kobalt	1500 bis 1800	—	0,107	—	—	—
Kupfer	1050 „ 1100	—	0,093	—	Cu_2O CuO	321 593
Magnesium . . .	700 „ 800	Ueb. Weissgl.	0,245	—	MgO	6078
Mangan	1900	—	0,122	—	—	—
Natrium	96	861 bis 954	—	—	Na_2O	3293
Nickel	1400 bis 1600	—	0,109	—	—	—
Platin	1775 „ 1900	—	0,032	27,2	—	—
Quecksilber . . .	38,5	357	0,034	2,8	HgO	153
Silber	959 bis 966	—	0,056	21,1	Ag_2O	27
Wismuth	260 „ 270	1090 bis 1450	0,030	12,6	Bi_2O_3	96
Zink	412 „ 420	930 „ 954	0,094	28,1	ZnO	1300
Zinn	227 „ 230	—	0,056	13,3	SnO	574

Erfolgt z. B. die Reduction durch Kohle unter Bildung von Kohlenoxy[d] S. 37), so ergibt sich für Blei

$$PbO + C = Pb + CO$$
$$-(206 \times 243 = 50000) + 29000 = -21000 \text{ w},$$

d. h. für 206 k Blei nur einen Wärmebedarf von 21 000 w.

Dagegen für Magnesium:

$$MgO + C = Mg + CO$$
$$-146000 \qquad + 29000 = -117000 \text{ w}.$$

Thatsächlich ist die Reduction der Magnesia durch Kohle praktisch unmöglich. Zink würde sich dagegen ergeben:

$$ZnO + C = Zn + CO$$
$$-85000 \qquad + 29000 = -56000 \text{ w}.$$

Für Quecksilber nur

$$HgO + C = Hg + CO$$
$$-30500 \qquad + 29000 = -1500 \text{ w}.$$

Hier braucht also sehr wenig Wärme zugeführt zu werden.

Für genaue Rechnungen müsste auch die specifische Wärme der Erze fü[r] Temperaturen, die specifische und latente Wärme der Rückstände bez. der Schl[acken], die latente Siedewärme des Zinks u. s. w. bekannt sein, was leider noch nic[ht der] Fall ist. —

Vielfach ist eine Vorbereitung der Erze nothwendig, die entweder im [Ver]wittern und Abliegen der Erze an der Luft besteht, oder in einer Erhitzung [ohne] Luftzutritt, dem Brennen, oder mit Luftzutritt, dem Rösten. — Durch da[s]

nd Abliegen an der Luft bezweckt man eine Absonderung des Lettens und
ones von den Erznieren, wie es bei den Eisenerzen und bei dem Galmei vor-
nd auch zuweilen eine Oxydation der Eisenerze und des beigemengten Schwefel-
Eisenvitriol, der dann durch den Regen fortgewaschen wird. — Das Brennen,
oder Mürbebrennen soll gewisse Erze, wie Eisensteine, Galmei, Kupferschiefer
auflockern, flüchtige Stoffe, wie Wasser, Kohlensäure, bituminöse Stoffe aus-
— Durch das Rösten bezweckt man entweder nur eine Oxydation, z. B. des
ensteins in Oxyd, oder gleichzeitig eine Verflüchtigung gewisser Stoffe. Blende
beim Rösten Zinkoxyd und Schwefligsäure (s. Zink), Arsenide lassen Arsenig-
weichen, Zinnober zerfällt in Quecksilber und Schwefligsäure. Beim Rösten
salz entweichen Chloride (s. Silber).
mischt man ärmere und reichere Erze derselben Art, um die Erzmasse auf
wissen mittleren Gehalt zu bringen. Diese Mengungsarbeit, das Gattiren
, Mischen, Möllern), hat auch den Zweck, die verschiedenen Gangarten, welche
begleiten, in der Weise zu mengen, dass sie beim darauffolgenden Schmelzen
ng einer Schlacke von erforderlicher Beschaffenheit beitragen. Wo durch
ren der Erze eine solche Beschaffenheit nicht herzustellen ist, setzt man gewisse
zu, welche man je nach ihrer Wirkung Zuschläge oder Flüsse nennt.
veranlassen die Abscheidung eines nutzbaren Bestandtheils aus einem Erze
einem Hüttenprodukte und dienen zu dessen Ansammlung. Die Zuschläge
tzuschläge wie Kohle, gebrannter Kalk, Kochsalz, Schmelzzuschläge
z und gewisse Silicate (Hornblende, Feldspath, Augit, Grünstein, Chlorit,
), Kalkstein, Flussspath, Gyps, Schwerspath, Thonschiefer, Lehm u. s. w.;
lzige Zuschläge wie Potasche, Soda, Borax, Glaubersalz, Natronsalpeter;
sche Zuschläge wie Eisen (bei der Zerlegung von Zinnober und Bleiglanz),
Gewinnung des Silbers aus Werkblei), Arsen (zur Anreicherung des Nickel-
altgehaltes in Speisen), Eisenhammerschlag, Rotheisenstein und Braunstein
ischen des Roheisens); metallreiche Zuschläge, zu welchen vorzüglich die
lulreichen Frischschlacken gehören, welche entweder durch ihren Sauerstoff-
im (Eisenfrischen) oder durch ihren Eisengehalt als Niederschlagsmittel (zum
lagen des Bleies aus dem Bleiglanz) wirken. — Flüsse befördern nur die
ung des Metalles, indem das Schmelzgemenge leichter flüssig gemacht wird und
brachten Metalltheilchen sich leichter vereinigen können. Es gibt Flüsse,
uf das Schmelzgemenge nicht wesentlich chemisch einwirken, sondern nur
ssigkeit und Verdünnung bewirken, z. B. Flussspath, Borax, Kochsalz, ver-
Schlackensorten; ferner solche, welche ausserdem noch reducirend wirken,
emenge von Weinstein und Salpeter (schwarzer Fluss)[1].
schicken. Das Vermengen der Erze mit Zuschlägen und Flüssen wird das
en (Auflaufen) genannt. Die Menge der Beschickung, welche innerhalb einer
en Zeit (in der Regel 12 Stunden) verarbeitet wird, heisst Schicht, die auf
einen Schachtofen aufzugebende Masse von Beschickung mit Brennstoff wird
Post, Charge) genannt.
ttenproducte. Durch die Hüttenprocesse werden die Hüttenproducte
1) durch den Schmelzprocess fallende Metalle. Der Grad ihrer Reinheit
edlen Metallen mit fein (Feinsilber, Feingold), bei unedlen Metallen mit gar
(Garkupfer, Roheisen) bezeichnet. Ein höherer Grad von Reinheit wird

gl. B. Kerl: Grundriss der allgemeinen Hüttenkunde (Leipzig 1879); C. Schnabel:
der allgemeinen Hüttenkunde (Berlin 1890); E. F. Dürre: Vorlesungen über allge-
ttenkunde (Halle 1899).

durch das Wort raffinirt ausgedrückt. 2) Solche Hüttenproducte, welche Erzen nicht fertig gebildet erhalten sind, sondern erst während des Zugutemac der Weise sich bilden, dass mehrere Bestandtheile der Erze und der Beschicku vereinigen, nennt man Hüttenfabrikate; sie sind meist schon Handelswa gehören hierher das antimon- und arsenhaltige Hartblei, das Spiegeleisen, d schiedenen Stahlsorten, die Arsenikalien (Arsenigsäure, Operment und Realg Schwefelantimon u. s. w. Dabei bilden sich vielfach Nebenproducte, die sie noch so viel von dem auszubringenden Metalle enthalten, dass die weite arbeitung möglich wird, 3) Zwischenproducte, im entgegengesetzten F welchem sie als nicht schmelzwürdig aus der Hütte entfernt werden, 4) A heissen. Die Zwischenproducte sind Legirungen (Tellersilber aus Silber, und Blei bestehend; Werkblei, Blei mit etwas Silber und Kupfer; Schwarz Kupfer mit Eisen, Blei u. s. w.), Schwefelmetalle (Steine, Leche), A metalle (Speisen, so z. B. die Kobalt- oder Nickelspeise der Blaufarbenwe Nickelhütten, im Wesentlichen Arsennickel), Kohlenmetalle (z. B. Rohei Stahl), Oxyde (z. B. Bleiglätte).

Schlacken. Die hauptsächlichsten Hüttenabfälle sind die Schlacken, g liche Massen, deren wichtigste die Silicatschlacken, d. h. Verbindungen der Kie mit Erden (besonders Kalk, Magnesia, Thonerde) und Metalloxyden (Eisen Manganoxydul u. s. w.) sind. Sie bilden sich bei Schmelzprocessen aus den Rohstoffen nie fehlenden Beimengungen und Zuschlägen; sie erfüllen bei der Ausb der Metalle den wichtigen Zweck, die mit ihnen zugleich sich ausscheidenden theilchen vor der oxydirenden Gebläseluft zu schützen, indem sie dieselben ei und ihnen gestatten, sich zu vereinigen. Man theilt die Silicatschlacken ein in Singulo-, Bi- und Trisilicate. Das Verhältniss des Sauerstoffs der Kie zu dem Sauerstoff der Basen ist darin folgendes:

Sauerstoff-verhältn. Basis : Säure	Metallurg. Bezeichnung	Alte Aequival.	Neue Atomgewichte [1]) Dualistische Formeln	Neue Atomgewichte [1]) Molekularfor[…]
1 : 3	Trisilicat	$\dot{R}_2\ddot{Si}_3$ oder $\dddot{R}_2\ddot{Si}_9$	$2\overset{II}{R}O.3SiO_2$ od. $2\overset{VI}{R}_2O_3.9SiO_2$	$\overset{II}{R}_2Si_3O_8$ oder […]
1 : 2	Bisilicat	$\dot{R}\ddot{Si}$ „ $\dddot{R}\ddot{Si}_3$	$\overset{II}{R}O.SiO_2$ „ $R_2O_3.3SiO_2$	$\overset{II}{R}SiO_3$ „ […]
1 : 1½	Sesquisilicat	$\dot{R}_4\ddot{Si}_3$ „ $\dddot{R}_4\ddot{Si}_9$	$4\overset{II}{R}O.3SiO_2$ „ $4R_2O_3.9SiO_2$	$\overset{II}{R}_4Si_3O_{10}$ „ […]
1 : 1	Singulosilicat	$\dot{R}_2\ddot{Si}$ „ $\dddot{R}_2\ddot{Si}_3$	$2\overset{II}{R}O.SiO_2$ „ $2R_2O_3.3SiO_2$	$\overset{II}{R}_2SiO_4$ „ […]
1½ : 1	Subsilicat	$\dot{R}_3\ddot{Si}$ „ $\dddot{R}\ddot{Si}$	$3\overset{II}{R}O.SiO_2$ „ $R_2O_3.SiO_2$	$\overset{II}{R}_3SiO_5$ „ […]

Während bei Schlacken die Silicirungsstufe über Trisilicat wegen zu Strengflüssigkeit nicht hinaufgeht und überall noch nicht feststeht, ob Trisilicat hohen Kieselsäuregehalt nicht immer ausgeschiedenem Quarze verdanken, so Subsilicate von verschiedener Sättigungsstufe vorkommen (Schlacken vom Fr

1) $\overset{II}{R}$ = Ca, Mg, Zn, Pb, Co u. s. w., Ag_2, K_2 u. s. w. $\overset{VI}{R}_2$ = Al_2, Fe_2 u. s. w.; F. Fi Stöchiometrie (Hannover 1875).

und Schweissen des Eisens u. s. w.), insofern man letztere überall nicht als ngeschmolzene Gemenge von Singulosilicatschlacke mit wechselnden Mengen arer Metalloxyde (Eisenoxyduloxyd, Kupferoxydul, Bleioxyd u. s. w.) ansehen sie dann in Oxydschlacken übergehen. Ueberschüssige unschmelzbare Basen, lk, vertheilen sich nicht gleichmässig in der Schlacke, desgleichen nicht ein uss von Kieselsäure. Seltener bilden sich Aluminate (J. 1887, 303).

Schlacken sind entweder glasig oder krystallinisch. Aus den krystalli-Schlacken scheiden sich oft krystallisirte Silicate aus, welche völlig mit gewissen n übereinstimmen, so z. B. Augit, Olivin, Wollastonit, Glimmer, Idokras, h, Feldspath u. s. w. (vgl. S. 182). Die Gemenge der Singulosilicate geben meinen dünnflüssige, schnell erstarrende Schlacken, die Bi- und Trisilicate zähflüssige (saigere oder saure) und nur langsam fest werdende. Wichtig sind hatschlacken (S. 209). — Soll eine Schlacke dem Schmelzprocess entsprechend ngesetzt sein, so wird von ihr verlangt: 1) Ein geringeres spec. Gewicht als des durch den Schmelzprocess dargestellten Productes, so dass sie dessen e bedecken kann; 2) eine Gleichartigkeit in der ganzen Masse; 3) eine gewisse melzbarkeit, damit die ausgebrachten Metalltheilchen in Folge ihres höheren wichtes in der flüssigen Schlacke mit Leichtigkeit niedersinken können; 4) eine e chemische Zusammensetzung, damit die Schlacke auf das sich ausscheidende nicht zerlegend einwirke.

ektricität[1]) wird neuerdings zur Gewinnung von Metallen aus geschmolzenen ngen und auch aus Lösungen verwendet. Bei der Zersetzung geschmolzener ird die Schmelzwärme von aussen zugeführt (s. Magnesium) oder vom Strome liefert (vgl. Aluminium). Bei der Metallgewinnung aus Lösungen unterscheidet Verfahren mit löslichen und mit unlöslichen Anoden. Bei ersteren n die chemische Arbeit; z. B. bei der Kupferraffinirung, wo an der positiven e so viel Kupfer gelöst wird, als sich an der negativen ausscheidet. Oder z. B. zur Verarbeitung von Zinkblende das Bad aus schwefelsaurem Zink:

$$\begin{array}{ccc} Zn - SO_4 & \rightarrow & Zn + S \\ -106\,090 & & 106\,090 - 41\,326, \end{array}$$

: 1 k Zink 41 326 : 65,5 = — 63,1 w.

Verwendung unlöslicher Anoden erfordert dagegen die Abscheidung von ink aus der Sulfatlösung an chemischer Arbeit 106 000 w. oder 1 k Zink

[1]) Der griechische Geschichtsschreiber Zosimos im 5. Jahrhundert erwähnt bereits, chwerter und Schilder würden dadurch verkupfert, dass man sie in eine Lösung von em Vitriol tauchte. Paracelsus (1493 bis 1541) hielt die scheinbare Umwandlung s in Kupfer durch die Cementwässer zu Schmöllnitz in Ungarn für einen Beweis der rwandlung, eine Ansicht, welche sogar noch der Professor der Chemie Stisser in lt (1690) theilte. Die Fällung des Kupfers aus wässeriger Lösung durch Elektricität n M. H. Jacobi studirt, welcher damit die Grundlage zur Galvanoplastik legte. diese bekanntlich für die Bearbeitung der Metalle von grösster Bedeutung ge-st, gab Becquerel das erste praktisch brauchbare Verfahren zur Gewinnung der lurch Behandeln der gerösteten Silber-, Kupfer- und Bleierze mit Chlornatriumlösung en der gelösten Metalle durch den elektrischen Strom. Holf und Pioche in Cali-versuchten in entsprechender Weise die Erze direct zu verarbeiten, während Patera 117), Cobley (J. 1878, 194), Elkington u. a. die Gewinnung des Kupfers aus und Erz mittels Elektricität versuchten. Wegen der hohen Kosten der durch galva-lemente erzeugten Elektricität konnte die dadurch bewirkte Gewinnung von Metallen ltenen Fällen vortheilhaft erscheinen; erst durch Einführung der Dynamomaschine ist tricität für die Metallgewinnung von grosser Bedeutung geworden. (J. 1882, 1154; 07 u. 1302; 1884, 1312.)

Eigenschaften der Metalle. Die Wärmeleitungsfähigke Metalle beträgt für eine 1 mm dicke Platte für je 1° Temperaturunterschied der Seiten und 1 qm Fläche in der Secunde:

Metall	Temperatur	Wärmeleitung	Temperatur	Wärmeleitung
Aluminium . . .	0°	34,4 w	100°	36,2 w
Eisen	0	19,9	100	14,2
Schmiedeisen . .	0	20,7	100	15,7
Kupfer	0	98,2	100	83,3
Silber	0	109,6	—	—
Wismuth . . .	0	1,8	100	1,6
Zink	0	13,5	—	—
Zinn		15,3	100	14,2

Nach Holborn und Wien (J. 1896) gibt Factor k an, dass durch eine Platte v Dicke des Metalles bei 1° Temperaturunterschied für je 1 qc Wärmemenge hindurchgeht, k Gramm Wasser um 1° erwärmt. Da die Abweichungen der Resultate der besten Beo die Beobachtungsfehler weit übersteigen und auch von denselben Beobachtern bei versch Beschaffenheit des Materials grosse Unterschiede in der Wärmeleitung gefunden si bedingen auch geringe Unterschiede in der Reinheit und physikalischen Behandlu Metalle schon erhebliche Verschiedenheiten im Wärmeleitungsvermögen. Die bisher b teten Werthe für Eisen beziehen sich auf verschiedenen Gehalt an fremden Beimischun jeder Beobachter eine andere Eisensorte benutzte und diese Zahlen eigentlich nicht vergl sind. Um aber auch hier eine Durchschnittszahl zu gewinnen, ist der Mittelwerth ohn sicht auf die Eisensorte gebildet. Hiernach ist im Mittel für

Kupfer	k = 0,918
Eisen	k = 0,156
Stahl	k = 0,062 bis 0,111
Zink	k = 0,292
Zinn	k = 0,150
Blei	k = 0,079

Die Härte der Metalle, die Widerstandsfähigkeit gegen verletzend wirkungen, welche beim Schneiden, Feilen, Bohren, Drehen, Hobeln der Met Betracht kommt, zeigt nachstehende Tabelle, die Härte des Bleies = 1 gesetzt:

Blei	1	Aluminium . . .	17,3
Zinn	1,73	Kupfer	19,3
Wismuth . . .	3,34	Platin	24,0
Cadmium . .	6,95	Schmiedeisen . .	60,7
Gold	10,7	Stahl, ungehärtet .	61,4
Zink	11,7	Roheisen, graues .	64,0
Silber . . .	13,3		

Turner (J. 1887, 331) verwendet zur Bestimmung der Härte einen durch gewicht F (Fig. 147) und Schraube G genau auf die Schneide B ins Gleichgewi brachten Hebelarm A. Der C ist auf D drehbar, so d Diamantspitze E auf dem zu suchenden, durch K geh Metallstücke J seitlich vers werden kann. Durch das n wichtsstücken I beschwert schiebbare Gewicht H wi Diamantspitze so weit belastet sie einen deutlichen Stric dem Metalle hinterlässt. E den so z. B. folgende Result halten:

Fig. 147.

	Härte nach Mohs	Gewicht
Steatit	1	1 g
Blei	1,5	1
Zinn	2	2,5
Steinsalz	2	4
Zink, rein	2,5	6
Kupfer, rein	2,5	8
Kalkspath	3	12
Weichstes Eisen	—	15
Flussspath	4	19
Radreifenstahl	4 bis 5	20 bis 24
Weiches Gusseisen	4 bis 5	20 bis 24
Appatit	5	34
Härtestes Gusseisen	—	72

Härtebestimmung von Metallen werden nach Föppl (J. 1898) zwei Plättchen is 8 mm Dicke, 15 bis 20 mm Breite und einigen cm Länge zugerichtet und jedes auf tseite auf 20 mm Halbmesser geschliffen und fein polirt. Die Cylinderflächen werden ıd rechtwinklig aufeinander gelegt einer Druckkraft ausgesetzt, so dass auf beiden ächen ein bleibender Eindruck entsteht. Man kann den Versuch an mehreren Stellen der nit Druckkräften verschiedener Grösse wiederholen. Die Durchmesserbestimmungen eugten kreisförmigen Eindrücken auf den Cylinderflächen und die Grösse der Druck- den einzelnen Versuchen ergeben ziemlich genau gleiche Drucke für die Flächen- ren Mittelwerth demnach die absolute Härte des betreffenden Materials angibt:

Zinn, gegossen	4 k/qmm
Messingguss	23
Bronze	36
Phosphorbronze	43
Schmiedeeisen	70
Gusseisen	74
Englischer Werkzeugstahl, geglüht	94
Desgl., im ursprünglichen Zustand	132
Desgl., gehärtet	269
Deutscher Werkzeugstahl, geglüht	85
Desgl., im ursprünglichen Zustand	113
Desgl., gehärtet	310

Zerreissfestigkeit[1]) der wichtigsten Metalle beträgt nach Hugo r auf 1 qmm Querschnitt:

Zinn	1 k	Silber	17 k
Blei	1	Platin	22
Gold	11	Kupfer	24
Zink	13	Eisen	30
Aluminium	14	Nickel	48
Magnesium	14	Stahl	80

Druckfestigkeit:

Blei	5 k auf 1 qmm
Stabeisen	30
Kupfer	57
Stahl	55 bis 79

die Härte und Festigkeit der Metalle sind oft geringe Beimengungen sem Einfluss (Eisen, Stahl), ausserdem: 1) die Verarbeitung; so wird z. B.

Verden die Drähte mit Gewichten belastet, so werden sie verlängert und ziehen sich ernung des Gewichtes wieder auf ihre anfängliche Länge zusammen. Ist aber das des Gewichtes überschritten worden, so entsteht eine bleibende Verlängerung des nd man sagt, es sei die Elasticitätsgrenze überschritten. Bei solchen Anwen- r Metalle, bei denen die Tragfähigkeit wesentlich ist, wie z. B. bei Ketten, Hänge- . dgl. darf diese Grenze nie überschritten werden.

die Härte und die Festigkeit der meisten Metalle durch Auswalzen, Hämme[illegible] Drahtziehen vermehrt, so bei Messing, Eisen und Platin, weniger bei Kupfer,[illegible] und Gold, nicht bei Zinn und Blei; 2) der Einfluss der Schnelligkei[illegible] Erkaltens des Metalles nach dem Glühen oder Schmelzen auf den Härtegra[illegible] sich besonders beim Stahl und beim Eisenguss (z. B. den Hartwalzen); 3) a[illegible] Temperatur, bis zu welcher das Metall vor dem Gusse erhitzt worden war, is[illegible] ohne Einfluss auf die Härte. Wird z. B. Zinn bis zur beginnenden Glühhitze [illegible] in die Formen gebracht und schleunigst abgekühlt, so erhält der Guss Här[illegible] Klang.

Im Zusammenhang mit der Krystallisationsfähigkeit [1]) und Härte der [illegible] stehen Hämmerbarkeit und Dehnbarkeit, zusammen auch Geschme[illegible] keit genannt, die Eigenschaft gewisser Metalle, sich unter dem Hammer od[illegible] Walzwerk in dünne Platten ausdehnen zu lassen. Es ist eine gewisse Weichhe[illegible] nothwendig, dass ein Metall einem nicht starken Druck oder Stoss nachgebe, in[illegible] an den Angriffspunkten der Kraft ausweicht, aber es gehört zur Geschmeidigke[illegible] ein Grad der Festigkeit, welcher verhindert, dass das Metall bei diesem Ausw[illegible] den Zusammenhang verliere. Ein hartes Metall mit grosser Festigkeit i[illegible] dann geschmeidig, wenn Festigkeit und Härte in dem richtigen Verhältniss [illegible] Der höchste Grad von Geschmeidigkeit findet sich bei solchen Metallen, die wi[illegible] Silber und weiches Schmiedeisen bei grosser Weichheit auch bedeutende Fe[illegible] besitzen. Dass Weichheit bei mangelnder Festigkeit nur eine dürftige Geschmei[illegible] geben könne, zeigt das Blei. Antimon und Wismuth sind spröde. — Um die hä[illegible] baren Metalle in Blech zu verwandeln, werden sie entweder mit dem H[illegible] geschlagen oder zwischen Stahl- oder Hartgusswalzen ausgewalzt. Diejenigen M[illegible] welche sich auswalzen lassen, können auch zu Draht gezogen werden. Der G[illegible] Ziehbarkeit entspricht aber keineswegs immer dem Grad der Hämmer- und Walzb[illegible] Nachstehend folgen die Metalle nach dem Grade ihrer Walzbarkeit, Hämmer[illegible] und Ziehbarkeit geordnet, wobei die walzbarsten u. s. w. obenan stehen:

Walzbarkeit	Hämmerbarkeit	Ziehbarkeit
Gold	Blei	Platin
Silber	Zinn	Silber
Aluminium	Gold	Eisen
Kupfer	Silber	Kupfer
Zinn	Aluminium	Gold
Platin	Kupfer	Aluminium
Blei	Platin	Nickel
Zink	Eisen	Zinn
Eisen		Zink
Nickel		Blei

Nahe verwandt der Festigkeit ist die Widerstandsfähigkeit gegen Abnu[illegible] durch mechanische Einflüsse (z. B. Reibung). Die Widerstandsfähigkeit ist z. B. [illegible] bei Stahl und bei siliciumarmem Gusseisen bei schneller Abkühlung nach dem [illegible] mittel bei Schmiedeisen, bei Gusseisen bei normaler Abkühlung, bei Platin, [illegible] Gold und Aluminium; gering bei Zink, Blei und Zinn. Durch geeignetes [illegible] mit anderen Metallen kann die Widerstandsfähigkeit bedeutend gesteigert werd[illegible] beim Legiren des Bleies mit Antimon, des Silbers und Goldes mit Kupfer.

Gewisse hämmerbare Metalle, wie das weiche Eisen, das Nickel und das [illegible] besitzen die Eigenschaft der Schweissbarkeit, d. h. Theile dieser Metalle [illegible]

1) Im Allgemeinen krystallisiren die geschmeidigen Metalle wie Eisen, Kupfer, Bl[illegible] Silber und Platin regulär, die spröden wie Wismuth, Antimon und Arsen hexagonal; [illegible] krystallisirt hexagonal und regulär, das Zinn tetragonal.

sie durch Erhitzen bis zu einem gewissen Grade erweicht worden sind, durch
nd Schmieden zu Einem Stück vereinigt werden, was bei anderen Metallen nur
wirkung eines geeigneten Lothes erreicht werden kann [1]).

Eisen.

nerze [2]). Die wichtigsten Eisenerze sind folgende:

Iagneteisenstein (Fe_3O_4), das reichste Eisenerz (gegen 72 Proc. Eisen), findet
rwegen und Schweden, Russland, Sachsen, Algier u. s. w. im krystallinischen Schiefer-
Der Magneteisenstein ist kenntlich an seinem schwarzen Strich.
otheisenerz und der Eisenglanz (Fe_2O_3) mit 69 Proc. Eisen. Der Rotheisen-
derbe oder erdige Abart des natürlichen Eisenoxydes, findet sich in Gängen und Lagern
Gebirge und heisst nach seinen physikalischen Eigenschaften Glaskopf (Blutstein),
hm, Eisenocker. Mit Kieselsäure gemengt heisst der Rotheisenstein Kiesel-
ein, mit Thon gemengt der rothe Thoneisenstein, mit Kalkverbindungen gemengt
. Eisenglanz ist krystallisirtes Eisenoxyd (Insel Elba). Alle Rotheisenerze be-
mehr oder minder ausgeprägte rothe Farbe und stets einen rothen Strich.
patheisenstein (Eisenspath, Stahlstein) ($FeCO_3$), enthält fast immer grössere oder
Mengen von Mangancarbonat, findet sich im Siegenerland mit dem berühmten
Stahlberg, in Steiermark (Erzberg) und in Kärnthen. Das kugelige, nierenförmige
onat heisst Sphärosiderit. Ausserdem führt er in seinen verschiedenen Zuständen
Kohleeisenstein, Flinz, Blackband (mit 35 bis 40 Proc. Eisen). Letzteres
menge von Spatheisenstein mit Kohle und Schieferthon, flötzartig in den oberen Ge-
Steinkohlenformation (Westfalen) abgelagert. Der Thoneisenstein oder Clay-
sonders in England, Westfalen, Schlesien, ist ein inniges Gemenge von Spatheisenstein
nineralien.
us dem Spatheisenstein entstehen durch die Einwirkung von Luft und von kohlen-
gem Wasser als secundäre Producte die Brauneisenerze ($H_2Fe_2O_4$ bis $H_6Fe_2O_6$).
ohnerz, kugelige Körner meist mit concentrisch schaliger Absonderung, ein häufig
hland (Ilseder Hütte, Kandern in Baden, Aalen und Wasseralfingen in Württemberg)
ndes Eisenerz.
er Raseneisenstein (Wiesenerz, Morasterz, Sumpferz, Limonit, Seeerz) findet sich
um in der norddeutschen Ebene u. s. w. in knolligen oder schlammartigen Massen von
der schwarzer Farbe vor und besteht aus Eisenoxyd- und -oxydulhydrat, Manganoxyd,
säure, organischen Bestandtheilen und Sand.
ranklinit (Fe_2O_3 [ZnO, MnO], mit 45 Proc. Eisen, 21 Proc. Zink und 9 Proc.
wird in den Vereinigten Staaten Nordamerikas (New-Jersey) als Eisenerz verwendet,
vird auch Zink daraus gewonnen.
tschland förderte im Jahre 1897 15 448 212 t Eisenerze im Werthe von 60 Millio-
.
wesentlich aus Eisenoxyd bestehenden Schwefelkies- oder Pyritabbrände
ly) der Schwefelsäurefabriken werden, nachdem ihr etwaiger Kupfer-, Zink- und Silber-
nassem Wege entfernt, ebenfalls auf Roheisen verschmolzen, nachdem sie vorher vor-
mit Kalk u. dgl. zu Steinen geformt sind (J. 1893, 222; 1894, 168 u. 1895, 142).

1) Herstellung von Roheisen.

früheren Zeiten, jetzt nur noch sehr spärlich in einigen Gegenden, war die
Darstellung des Eisens (Stab- oder Schmiedeisen) aus den Erzen durch die
te Rennarbeit oder Luppenfrischerei üblich; die Rennarbeit lieferte
vorzüglich reines und zähes Stabeisen, gestattet jedoch nur eine geringe Aus-
der Fabrikation und eine sehr unvollkommene Benutzung der Erze.

---

1) Die mechanische Verarbeitung der Metalle findet sich ausführlich beschrieben
. Fischer: Handbuch der mechanischen Technologie (Leipzig 1888).
2) Vgl. B. Kerl: Grundriss der Eisenhüttenkunde (Leipzig 1875); H. Wedding: Hand-
Eisenhüttenkunde (Braunschweig 1896).

Das Rösten der Eisenerze in Haufen, in Stadeln oder in besonderen I
hat zum Zweck, Wasser und Kohlensäure zu entfernen: $6FeCO_3 = Fe_6O_7 + CO +$
bei Luftzutritt: $2FeCO_3 + O = Fe_2O_3 + 2CO_2$.

Für Stückerze verwendet man Schachtöfen (Fig. 148), zuweilen mit Gasf
(J. 1896, 125), für Erzklein mit nach Art der Hasenclever'schen Oe
laufenden Zickzackraum. Bewährt hat sich ferner der Colby'sche Röstc
ringförmigem Raum *D* (Fig. 149), in welchen das Erz gebracht wird. Das G
durch ein langes Rohr *K* in den Kanal *A* geführt, und tritt aus diesem durch
Oeffnungen in die ringförmige Kammer *C*, wo es mit der nöthigen Menge Luft g

Fig. 148.

Fig. 149.

Fig. 150.

und verbrannt wird. Die Gase gehen, wie die Pfeile zeigen, durch den Ofenscl
den mittlen Schacht *E* und sodann in den Schornstein *F*. Das Erz ist ein
ständigen Strome brennender Gase ausgesetzt, welche mit den Röstgasen du
Schornstein *F* schnell weggesogen werden.

Die Erze werden meist mit Zuschlägen gemengt, welche mit der Gang
leichtflüssige Schlacke bilden. Mangelt es an Kieselsäure, so setzt man Quarz, ı
es, wie gewöhnlich an Basen, so setzt man Kalkstein oder gebrannten Kalk (J
169; 1890, 276; 1898, 130) hinzu.

Das Schmelzen der Eisenerze geschieht unter Zusatz von Koks oder Hol
in Hochöfen (oder Hohöfen). Einen bewährten Holzkohlenhochofe
Fig. 150 (J. 1896, 126).

taus am meisten Eisen wird jetzt aber mit Hilfe von Koks gewonnen [1]). Die che Gebläseluft wird jetzt allgemein mit brennenden Hochofengasen vor-
Welchen Einfluss die Erhöhung der Windtemperatur auf den Brennstoffver- nd Leistung des Ofens hat, zeigt folgende Zusammenstellung; der Zusatz von stein (purple ore) diente zur Dichtung des Trichters:

ır	Production für die Woche	Beschickung für die Tonne Roheisen				Silicium-gehalt im Roheisen
		Koks	Kalkstein	Gerösteter Eisenstein	Rotheisen-stein	
	406 t	1209 k	584 k	2398 k	18 k	2,4 Proc.
	415	1179	584	2408	18	2,6
	456	1169	616	2408	18	2,5
	568	1157	618	2400	18	2,5
	465	1132	620	2388	18	2,6

Winderhitzungsapparate für Hochöfen lassen sich eintheilen in aus ebaute Apparate, bei welchen derselbe Raum für Wind und Heizgas dient, mit dem Betriebe, und in aus Eisen gebaute zweiräumige Apparate mit ununter- m Betriebe. Die steinernen Apparate vertragen höhere Temperatur, be- lagegen grösserer Heizflächen, um beim Wechsel geringere Temperatur- ıngen zu geben; sie sind in Folge dessen theurer in der Anlage; dagegen sind erhaltungskosten gering, während wegen des Wechsels zuverlässige Wärter ich sind. Bei den eisernen Apparaten ist die Windtemperatur begrenzt (bis eichen des angewendeten Gusseisens), die Anlagekosten sind geringer; theurer nterhaltung, leichter die Bedienung und Reinigung. Wegen der geringeren turen des Gebläsewindes sind die eisernen Winderhitzer jetzt fast überall durch ersetzt.

Whitwell'sche steinerne Winderhitzer hat mehrere Zwischenwände. Der ische Winderhitzer hat ringförmige Feuerzüge (J. 1893, 223).

dem Winderhitzer von Macco treten die Hochofengase durch den Kanal *a* u. 152 S. 166) ein, gehen in der Abtheilung *b* des Apparates in die Höhe, treten den nächsten gitterartig ausgesetzten Theil *d*, ziehen in demselben nach unten,

---

Der erste Kokshochofen in Deutschland wurde am 21. Sept. 1796 angeblasen. Der d der dritte Kokshochofen in Deutschland wurden 1802 auf der damals fiscalischen itte in Oberschlesien in Betrieb gesetzt, der vierte 1805 auf der Hohenlohehütte, der f der Antonienhütte 1808 gebaut, aber erst 1820 in Betrieb genommen. Der sechste ıofen wurde 1809 in Königshütte erbaut, ein siebenter ebendaselbst 1821. In Rheinland- ı, wo die Eisenindustrie schon Jahrhunderte geblüht hatte, wurden die ersten Versuche, mit Koks darzustellen, im J. 1790 auf der Gutehoffnungshütte bei Sterkrade von ann angestellt; der Ofen konnte aber nicht in Hitze erhalten werden. Noch im onnte auf dieser Hütte, obwohl sie schon warmen Wind anwendete, mit Koks kein res Eisen erzeugt werden, und selbst im Anfange der 40er Jahre wurden dort erst Kokszusatz im Hochofen verwandt. Noch 1837 wurden 90,4 Proc. des gesammten s in Preussen mit Holzkohlen, 0,8 Proc. mit gemischtem Brennstoff und nur 8,8 Proc. erzeugt; dagegen wurden schon 31,8 Proc. der gesammten Stabeisenerzeugung mit len gewonnen. Im Saarbezirk wurde dann 1840 in Geislautern, 1841 auf der Rhein- und 1842 auf der Neunkirchener Hütte der Hochofenbetrieb ausschliesslich mit Koks t. Der erste lediglich mit Koks betriebene Hochofen in Westfalen war der jetzt nicht tehende Truppacher Ofen bei Siegen, der 1847 gezwungen wurde, zum Koksbetriebe hen. Im Ruhrbezirk wurde der erste Kokshochofen 1848 auf der Friedrich-Wilhelms- Mülheim a. d. R. gebaut und 1850 in Betrieb gesetzt. Im J. 1851 folgte ein Hochofen ck. Seitdem sind in Deutschland nur noch Kokshochöfen gebaut (J. 1896, 130).

um sich in der unteren Kammer *e* wieder zu vereinigen. Von da treten die Gas zweite gitterförmige Abtheilung *f*, in welcher sie nach oben ziehen, um alsdan die Oeffnungen *g* in d Abtheilung *h* des Ap zu gelangen, nach u ziehen und durch d nung *i* in den Schorn entweichen. Sowoh nach dem Eintritte Apparat im unteren der Abtheilung *b*, a in der unteren m Abtheilung *e* wird de erwärmte Luft zu um dieselben vollstä verbrennen. Der zu erwärmende Wind ma umgekehrten Weg. Durch die Anwendu mittleren Abtheilungen *d* und *f* wird eine Heizfläche hergestellt und eine hohe Temper zu erwärmenden Windes hervorgebracht.

Fig. 151.

Fig. 152.

Gehören zu einem Hochofen vier betriebsbereite Winderhitzer, so stehen zeitig drei im Feuer und einer unter Wind; jeder wird in 24 Stunden 4mal $4^1/_2$ S geheizt und dient 4mal $1^1/_2$ Stunden zur Winderwärmung. Abgesehen von U mässigkeiten hat man also 72 Heizstunden und 24 Blasestunden, insgesammt 96 erhitzer-Betriebsstunden. — Der Winderhitzer wird durch Verbrennen von G mit vorgewärmter Luft geheizt. Das Gas tritt aus dem Gaskanal durch ein (Fig. 153 bis 155) in eine Kammer unter dem Verbrennungsschachte und von d 6 Schlitze in den letzteren. Die Verbrennungsluft wird vorn über dem Gasventi zwei stellbare Oeffnungen *f* eingesaugt, steigt durch 6 Kanäle in der vorderen des Verbrennungsschachtes in die Höhe, fällt durch 7 Kanäle in der Rückwand nach unten, wird so auf 250 bis 300° vorgewärmt und tritt durch 7 Schlitze üb Brenner in den Schacht; hier mischt sie sich mit dem von unten kommenden G verbrennt es im Schacht und in der Kuppel *b* vollständig. Der Brenner ist von durch ein Fahrloch *g* mit Deckel, in welchem eine Ansecköffnung und ein Sc angebracht sind, zugänglich. Das heisse Verbrennungsgas streicht von oben nac durch die Besatzrohre des Wärmespeichers, gibt vornehmlich hier seine Wärme verlässt die Kammer *d* durch ein Ventil *h* nach dem Rauchkanal und dem Scho Gasventil *e* und Rauchventil *h* sind schwenkbar eingerichtet. Während des I sind Gas- und Rauchloch offen, die Ventilgehäuse beigeschwenkt und die Ven öffnet. Nachdem der Wärmespeicher in beabsichtigter Weise mit Wärme ge werden beide Ventile geschlossen, die Gehäuse abgeschwenkt und alle Oeffnun Gas, Rauch, Luft u. s. w. durch starke Platten dicht gegen den Gebläsedru schlossen. Nunmehr werden die Kaltwindschieber *i* und der Heisswindschiebe öffnet und der Wind bläst entgegen dem vorherigen Feuergange durch den Winde Der heisse Wind tritt über dem Brenner aus. Der nächst dem Mantel sitzende windschieber wird gewöhnlich gebraucht, der andere nur geschlossen, wenn die Sc platte des ersteren ausgewechselt werden soll. Diese Schieberplatte, die der Wärme des Heizraumes ausgesetzt ist, besteht aus einem Ring von Stahlguss, Oeffnung nach aussen durch eine starke flusseiserne Platte abgeschlossen ist, vorne durch eine Scharmotteplatte geschützt wird. Die erzielte Windwärme

während des $1^1/_2$stündigen Blasens um etwa 70° ab; sie beträgt beim Beginn
sens durchschnittlich 910°, beim Schluss 840°, am Winderhitzer gemessen.
$/_2$stündigem Blasen kommt Winderhitzer Nr. 2 an die Reihe; die Windschieber
1 werden geschlossen, und es wird ein Abblaseventil geöffnet, um die Spannung
iussere herab-
, bevor wieder
werden kann.
dverlust beim
n ist gering,
i hochgepress-
nde. — Der
des Wärme-
s besteht aus
unden, aussen
tigen Rohren
0 mm lichter
und 30 mm
r Wandstärke,
nicht leicht
fen und sich
inigen lassen.
ohre sind mit
ten Lagerfugen
ut, so dass sie
nicht seitlich
einander ver-
n können. Der
um Tragen der
rohre ist aus
sten Platten von
n Dicke und
Höhe gebildet,
den Aufsitz-
der Rohre
elig aufgefasst
Er ruht auf
Unterbau von
erten Bogen und
rn; das Abfallen
taub wird über
ragbogen durch stark geneigte Dachflächen befördert. — Dieser Winderhitzer hat
qm Heizfläche, im Wärmespeicher allein 4500 qm, und 400 t Heizmasse. Die
re Heizmasse gegenüber dem Besatz mit gewöhnlichen Steinen ergibt sich bei
Rohren von selbst, weil sie mit einer geringeren Wandstärke nicht gut hergestellt
n können. — Die Gichtgase der Hochöfen führen, selbst bei so vollkommener
gung, wie sie im Grossen eben ausführbar ist, immer Staub mit sich, der meistens
alk und Metalloxyden besteht. Der grösste Theil dieses feinen Staubes scheidet
im Augenblick der Verbrennung des Gases aus. Alle Theile der Zustellung des
erhitzers, die bei hoher Hitze mit dem Gichtstaube in Berührung kommen, müssen
aus Stoff bestehen, der nicht allein an sich feuerfest, sondern auch widerstands-

Fig. 153.

fähig gegen basischen Angriff ist. Der Schacht, die Kuppel, die oberen 3 Mantels, die Rostbalken des Unterbaues und der ganze Besatz werden aus sog. Gan mott mit etwa 34 Thonerde, alles feuerfeste Mau wird aus Halbsch mit 22 Proc. Thonei weniger ausgeführt solcher vollständig gerüsteter Winde von 7 m Durchmess 25 m Höhe koste Zeit in Lothringen Grundmauerwerk, leitungen, Gas- Rauchkanäle 52 00 Braune (J. 1898, würde heute zu Hochofen von 150 licher Erzeugung an maseisen 5 Stück s Winderhitzer anleg

Fig. 154.

Fig. 155.

Hochofenbetrieb. Die z mässige Verbindung von Winder und Hochofen zeigen Fig. 156 und (S. 169 u. 170) in Schnitt und I sicht eines Hochofens in Rümlingen. Hochofen *A* ist von der Herdsohl zur Gicht 21 m hoch, die Schacht im Kohlensack beträgt 6 m, an der 4,5 m, der Rauminhalt beträgt rund 400 cbm. Der mit Kern- Rauhschacht versehene Hochofenm ist durch Winkeleisen derart vers dass die eine oder andere Platte d rosten kann, ohne die Sicherheit Bauwerkes zu beeinträchtigen. Ders ruht auf einer gusseisernen Platte, we durch 8 Säulen getragen wird. 2,2 m hohe Gestell und die 5,3 m Rast sind durch schmiedeiserne Binderinge gebunden. Die in den Fülltrichter schafften Erze und Koks rutschen beim Heben der mit Gegengewichten verseh Glocke in den Ofenschacht. Die Hochofengase entweichen durch das 1,8 m w Mittelrohr, fallen dann in den lothrechten Gasreiniger *n* von 3 m Durchmesser 7 m Höhe, wo sie den grössten Theil des mitgerissenen Staubes absetzen, und tr dann in das 1,5 m weite wagrechte Rohr. Ein Theil der Gase wird zu den Da kesseln geführt, der Rest durch das sog. Schneckenrohr *p* (um den Staub völlig a scheiden) in die 3 Cowper'schen Winderhitzer, um sie in dem Schachte *L* verbrennen; die Verbrennungsgase entweichen durch Kanal *S* zum Schornstein. das Mauerwerk genügend erhitzt, so wird umgesteuert, die von den Gebläsemaschi

ohr Q zugeführte Pressluft macht den umgekehrten Weg, tritt in das, durch dicke Ausmauerung gegen Wärmeverlust möglichst geschützte Rohr R und ch das den Ofen umfassende weite Rohr den 4 mit Wasserkühlung versehenen

Fig. 156.

ugeführt. Schlacke und Eisen werden durch zwei gegenüberliegende Lür-che Schlackenformen abgelassen.

enwerk „Kraft", an der Oder, 10 km von Stettin, welches am 6. Aug. Betrieb kam, enthält 2 Hochöfen mit je 4 Winderhitzern und einem Gasreiniger ausgedehnte Koksofenlage mit Gewinnung von Theer und Ammoniak. Jeder g. 158 u. 159 S. 170 u. 171) hat 6 Wind- und 2 Schlackenformen. In der Rast zu den Windformen sind Kühlplatten eingebaut. Das Gestell und die Rast sind anzert. Der Schacht ist durch Stahlbänder verankert. Als Gasfang ist die n'sche Glocke mit Centralrohr gewählt. Die Gasreiniger sind eiserne Kasten m Breite, 12,6 m Länge und 18 m Höhe, die durch Zwischenwände in ern getheilt sind, in denen die Gase sich auf- und abbewegen. Der Gichtstaub nen Wasserkasten, aus dem er durch Kratzen herausgeholt werden kann.

Fig. 157.

Fig. 158.

Neuer
wird das Hoc
gestell auch
mit Kokszi
ausgesetzt (J.
248; 1891,
1892, 169;
227).

Man he
erst den Of
indem man
dessen Bode
anzündet un
auf den Bre
bringt, bis
der ganze S
mit glü
Koks gefül
Zu gleiche
setzt man d
bläse in Thä
und trägt sch
weise Erz
Koks ein.
Maasse, a
Koks verb
und Erze u
schlag sch
sinken die
ten allmähli
der. Bei
normalen G
Hochofens
die Erze
Herabsinke
den Schacht
oberen Räu
Feuchtigkei
tiefer das I
wasser und
tiefer ihren
gen Gehalt
lensäure ve
Bei ger
Gange mu
Temperatur
aufsteigend
brennungsp
hinreichen,
zu bewirken

ıht auf Kosten des beigeschichteten Brennstoffes geschehen. Die so vorberei-
ırze treten etwa auf halber Schachthöhe in den Reductionsraum. In diesem soll
ıperatur nicht höher steigen, als es zu der Reduction der Metalloxyde erforder-
; die Re-
soll nur
die auf-
len Gase
werden.
Arbeit wird
vortheil-
erzielt, je
ie Gase die
urchdringen
; dann wer-
bis zum
educirt und
ammartig,
ss eine Ver-
; einzelner
nen eintritt,
e unteren
und Gestell-
einrücken.
vorbereitet
die Erze in
ohlungs-

Fig. 159.

w Windform s Schlackenform

treten und durch den in den Gasen enthaltenen Kohlenstoff gekohlt werden.
ag dann in den obersten Theilen der Rast vor sich gehen; erst in den untersten
eilen soll die Temperatur so hoch steigen, dass die Kalksteinzuschläge ihre CO_2
n. Die Bildung der Schlacke soll erst in der unteren Rastregion beginnen
e eigentliche Schmelzung der Beschickung, d. h. die Trennung des Metalls von
licaten soll sich erst in den Gestellräumen über den Formen bewerkstelligen.
und bis in die untersten Stellen des Rast hinein soll dann auch die eigentliche,
chmelzhitze ergänzende Verbrennung der Kokes stattfinden. Das geschmolzene
sammelt sich am Boden des Gestelles an; auf dem Eisen schwimmen die ge-
zenen Schlacken, welche man abfliessen lässt. Das flüssige Eisen wird durch
instossen der Verstopfung der Abstichöffnung zeitweilig abgestochen, wobei es
einen schon vorher im Sande vor dem Ofen gemachten Ablassgraben nach den
n geleitet wird. Während des Abstechens sind die Gebläse in Ruhe.

Für die Baukosten einer neuen Hochofenanlage in Rheinland und Westfalen
n nach Lürmann folgende Verhältnisse maassgebend sein. Für 1 t Roheisen werden
Erze mit einem Ausbringen von 45 Proc., mit einem Zuschlag von 40 Proc. oder 880 k
ein, zusammen also 3080 k Möller gebraucht; das Ausbringen aus dem Möller beträgt
roc.; der Koksverbrauch 1000 k; so dass auf 100 k Koks 308 k Möller kommen. Die
htungen genügen zur Erzeugung von 300 t Roheisen täglich. Die Anlage besteht aus
ochöfen von 21 m Höhe, 6 m Weite im Kohlensack, 3,3 m im Gestell und 4,5 m an der
Die Hochöfen sollen mit besonderem schmiedeisernen Gerüst, zur Unterstützung der
des Gasfangs und der Gasableitung versehen werden. Jeder Hochofen soll eine ganz in
ausgeführte Giesshalle von 400 qm Grundfläche bekommen. Für die zwei Hochöfen sollen
erne Winderhitzer von 20 m Höhe bis zur Spitze der Kuppel und von 6 m Weite gebaut
n; ein zugehöriger Schornstein wird 60 m Höhe und 2,5 m obere lichte Weite bekommen.
Ofen enthält einen besonderen Förderthurm aus Eisen mit einer Aufzugmaschine. Für

die Anlage sind Vorrathsräume für Eisensteine, Kalksteine und Koks vorgesehen, in welc ankommenden Eisenbahnwagen direct entladen werden können. Aus diesen Vorraths können die Materialien in die Gichtwagen ohne Aufwendung besonderer Arbeitskraft abg werden. Diese Vorrathsräume sind 200 m lang, 20 m breit, 10 m hoch und enthalten 25 räume von 650 cbm oder mindestens 975 t Inhalt, so dass im Ganzen 16 250 cbm oder mind 24 375 t Materialien in Abzughöhe der Gichtwagen gelagert werden können. Drei G maschinen sollen den nöthigen Wind liefern, und 30 Cornwallkessel mit je 100 qm Hei würden, mit Hochofengasen geheizt, den zum Betriebe aller Maschinen nöthigen Dampf erz Eine solche Hochofenanlage würde 1 800 000 Mk. Baukosten veranlassen. Bei der täg Erzeugung von 300 t Roheisen für die Gesammtanlage würde also die Einheitszahl de kosten auf die t 6000 Mk. betragen (J. 1887, 315). Jeder Winderhitzer kostet also in Rhe und Westfalen 30 500 Mk. und auf 1 t täglicher Erzeugung kommen nur 750 Mk. für erhitzer.

Nach Särnström (J. 1893) wird Kohlenoxyd durch Eisenschwamm bei etw zerlegt nach

$$Fe + CO = FeO + C.$$

Schwammförmiges Mangan zerlegt bei 400° Kohlenoxyd nach

$$Mn + CO = MnO + C.$$

Bei sehr hohen Temperaturen ist die Reaction umgekehrt. Im Hochofen erfol Kohlenstoffabscheidung nach der Formel

$$2FeO + CO = Fe_2O_3 + C \text{ oder besser } 3FeO + CO = Fe_3O_4 + C,$$

da metallisches Eisen in diesem Theile des Hochofens noch nicht vorhanden sein kann. Kohlenstoffausscheidung in den Hochofensteinen veranlasst deren Zerstörung. Sie wi durch eingeleitet, dass der verwendete Thon Schwefelkies enthielt, welcher beim Brenn Scharmottesteine nicht vollständig verschlackte, so dass ein Rest des Schwefelkieses, des oxyds, Eisenoxydoxyduls zurückblieb. Diese Reste des Schwefelkieses geben die Veranl zu der Zerstörung der feuerfesten Steine in den Hochofenschächten durch den Kohlensto sich auf denselben aus den Hochofengasen ausscheidet. Kohlenoxyd zerfällt in Kohlenst Kohlensäure, wenn das Kohlenoxyd, bei einer Temperatur von 300 bis 400°, mit Eisenoxy Eisenoxydul, oder metallischem Eisen in Berührung kommt. Diese Zersetzung des K oxyds durch Eisenoxyd und metallisches Eisen ist nur an die Gegenwart dieser Stoffe, nic an die Zeit gebunden. Wenn deshalb diese Stoffe bei der passenden Temperatur zusa treffen, dann findet eine Ausscheidung von Kohlenstoff statt, und diese dauert so lange, al Stoffe und die Temperatur vorhanden sind, unter Umständen also jahrelang. Der ausgesch Kohlenstoff umgibt zunächst die seine Ausscheidung veranlassenden eisenhaltigen Theil einer dünnen Schicht. Diese Schicht wird in dem Maasse dicker, als sich fernerer Kohl auf den eisenhaltigen Theilchen abscheidet. Der ausgeschiedene Kohlenstoff nimmt dabei Platz ein, unbekümmert um die Kräfte, welche ihn daran zu hindern suchen. Die Kräf im vorliegenden Falle die Festigkeit und das Gewicht der feuerfesten Steine. Der ausg dene Kohlenstoff wächst an und zersprengt in dem Maasse, wie er sich ausscheidet, das (des feuerfesten Steines (J. 1898, 136).

Wärmeverhältnisse des Hochofenbetriebes[1]. Nach Dürr man beim Hochofenbetriebe nicht an eine Vertheilung der Wärme auf einzelne des Hochofens denken. Die Beschickung drückt sich nach der Achse der Schmelz die Gasströme nach dem Rande, so dass hier die Reactionen rascher vor sich geh in der Mitte. Wärme wird verbraucht

1. Zur Wasserverdampfung und für die abziehenden Gase. Die Gasprobe erst da zu nehmen, wo die Gase bereits gemischt sind (vgl. J. 1882, 57). Für das verd Wasser genügt es nicht 637 w zu rechnen, vielmehr

$$W = 606{,}5 + 0{,}305\,(100) + 0{,}48\,(t - 100).$$

Für die übrigen Gase ist die Berechnung in bekannter Weise (S. 57) auszuführen. die Menge des Gichtstaubes liegen noch wenig zuverlässige Angaben vor. Man wird zu grossen Fehler begehen, wenn man als spec. Wärme die für poröse feuerfeste Stei Ziegel festgesetzte Ziffer, welche ungefähr = 0,22 beträgt, einsetzt und mit der Gastemp und der Staubmenge multiplicirt. Für 5 Proc. Staub, also 50 k für die t und 100° Gas ratur würde die Wärmemenge schon $50 \times 400 \times 0{,}22 = 4400$ w für die t Roheisenprod

---

1) J. 1882, 43, 59 u. 69; 1883, 79; 1884, 69; 1885, 28; 1886, 54 u. 64; 1889, 215; 268; 1892, 154; 1894, 169.

en. Für heissen Gang, also 10 Proc. Staub und 600° Gastemperatur ergeben sich 00 × 0,22 = 13 200 w.

Die Kohlensäureentwickelung aus den Carbonaten der Erze und der Zu- absorbirt eine ganz erhebliche Wärmemenge. Bei sehr hohen Kalkzusätzen, wie sie der Herstellung von Giessereiroheisen gegeben zu werden pflegen, reicht wahrschein- Kohlensäureentwickelung bis in das Bereich des eigentlichen Schmelzens herunter und n vielleicht die letzten Spuren des flüchtigen Bestandtheiles der Carbonate durch die in ackenbildung bereits thätige Kieselsäure beseitigt. Rückt durch irgend welche Störung r herunter, sinken die Zonen gleicher Temperaturen nach dem Boden zu, so können ch sich innerhalb der Schmelzzone gefährliche Ansammlungen unzersetzter Carbonate welche zu ernsten Versetzungen führen. Nach Favre und Silbermann sind 373,5 w Carbonat erforderlich. Wenn 1 k Carbonat zu seiner Zerlegung 353,5 w gebraucht, so selben 373,5 w auch für die 0,44 Th. Kohlensäure oder die 0,56 Th. Kalk als Zer- wärme zu rechnen. Daraus entstehen für je 1 k Kalk oder Kohlensäure die Wärme- le: (100 × 373,5) : 56, beziehungsweise (100 × 373,5) : 44. Kalkstein, der gebrannt soll, absorbirt 373,5 w. Damit diese Absorption eine dauernde und vollständige sei, rausgesetzt werden, dass der Kalkstein sich bis zur Vollendung des Brennens in einer atur befinde, welche der Aufnahme jener Wärmemenge durch den Kalk entspricht. emperatur dürfte sich ungefähr ausdrücken durch die Gleichung: 373,5 : (1 × 0,21) .

der stillschweigenden Voraussetzung, dass den Zersetzungsproducten eine Wärmemenge ,5 w verblieben sei, wurde eine Beziehung 373,5 : (0,56 × 0,22 + 0,44 × 0,216) =),21824 = rund 1700° aufgestellt. Dem gebrannten Kalk wurde eine Wärmecapacität gegeben, da man es doch dabei mit einem porösen Product zu thun hat. Dürre meint, Austreibung der Kohlensäure im Hochofen, wenn sie auch bei 800° beginnt, zu ihrem digen Abschluss einer Temperatur von etwa 1700° bedarf, und dass in Folge dessen die dige Zersetzung des Carbonates in der Zone blendendster Weissglut stattfinden wird. Temperaturen der Gasströme in der Schmelzsäule sehr verschiedene sind, so dürfte die ng der kohlensauren Salze der Beschickung höchst wahrscheinlich ziemlich weit an die zone herabreichen, besonders bei den in der Mitte der Säule herabsinkenden Beschickungs- ien. — Durch Verwendung von gebranntem Kalk statt Kalkstein im Hochofen wird nstoff gespart (vgl. S. 164).

Reductionsvorgänge. Von den Eisenverbindungen ist das Magnetoxyd Fe_2O_3 tigsten. Hierfür muss eine Reductionswärme von nur 1648 w statt der von Gruner noxyd in Anschlag gebrachten 1887 w (Mittelwerth) benutzt werden; der Wärmeaufwand die Eiseneinheit jedenfalls geringer. Für die Einheit Sauerstoff ist der von Gruner tzte Wärmeaufwand in der Eisenreduction, d. h. 4403 w immer der gleiche und es nur eben verschiedene Einheiten Sauerstoff in die Berechnung eingeführt werden. Ist n die Reductionswärme auch in nicht zu weite Grenzen, 1648 bis 1887 w für 1 k Eisen, , so treten aber, die Reductionserscheinung erschwerend, die Zersetzungswärmen des rbonates und des Eisensilicates auf. Die Zersetzungswärme des Eisencarbonates bei fallen in Kohlensäure und Eisenoxydul (von dem die Hälfte sich zu Eisenoxyd weiter n muss) ist nicht gemessen worden. Dürre setzt dafür den Werth für Calciumcarbonat as Silicat ist wichtiger, da doch immer erhebliche Antheile an Schlacken (Puddel- und sschlacken) zur Verhüttung gelangen. Auch für die Verbindungswärme von Eisen- und Kieselsäure existiren genaue Messungen nicht (vgl. J. 1885, 205; 1897, 186). holander nimmt 310 w als Verbindungswärme für Eisenoxydul und Kieselsäure an. Roheisen (von 95,5 Proc. Fe-Gehalt) kämen dann 0,955 × 310 oder 296 w zum Ver- bei der Silicatzersetzung ausser der Reductionswärme des freigewordenen Oxyduls (nach und Silbermann = 1352 w). Die Summe 1352 + 296 = 1648 w fällt genau zu- n mit der Reductionswärme 1648 w des Magnetoxyds, so dass ein reines Oxydulsilicat Magnetoxyd ungefähr gleich reducirbar zu sein scheinen. Das Eisenoxydulsilicat gilt emeinen als schwer reducirbar, wenn auch als leicht flüssig, und da es noch gewöhnlich nde Mengen von Magnetoxyd gelöst zu halten pflegt, so ist seine Reductibilität allerdings e sehr grosse anzusprechen. — Für die Manganverbindungen sind entsprechend irmetönung der Chloride vorläufig für $Mn_3O_4 = {}^{11}/_{8} \times 1648 = 2264$ w, für Mn_2O_3 1887 = 2595 w zu setzen, für Schwefel aus Schwefelsäure 3226 w, für Phosphor aus orsäure (P_2O_5) 5747, aus $H_3PO_4 = 9662$ w. Ob der kleinere Werth richtig ist, muss stellt bleiben und nur der Umstand, dass auch die Verbindungswärme des Phosphor- sowie die durch Bindung von Kalk und Magnesia an die Schlacke etwa freiwerdende nicht berechnet werden kann, lässt den Gebrauch, 5747 w statt 9662 w in Anschlag zu , weniger bedenklich erscheinen. — Ferner berechnet man die Reductionswärme mit der

Verbrennungswärme des Siliciums 7830 w, bezogen auf den Siliciumgehalt des Roheis
Die Reductionswärme von Erden und alkalischen Erden kommt nicht in Betracht.

4. Schmelzwärme des Roheisens. Grüner hat Mittelwerthe zur praktisch nutzung bei der Hochofenstatistik aufgestellt, die anzuwenden sind, wenn nicht direct cal Messungen gleichzeitig am Eisen, an der Schlacke, an dem warmen Wind und an den abzie Gasen gemacht werden. Diese Mittelwerthe sind: 300 w für das graue Roheisen und 275 das weisse Roheisen, wovon etwa 25 w bei dem grauen, 35 w bei dem weissen Roheis latent angesehen werden können.

5. Schmelzwärme der Schlacken[1]). Die umfassendsten Versuche hierüb Akermann (J. 1886, 65) ausgeführt. Er fand für Hochofenschlacke 340 bis 410 w. I Hochofen selbst ermittelte Wärmemenge wird stets grösser sein als die an einer umgeschmo Schlacke gefundene, denn ausser der eigentlichen Schmelzwärme wird die aus dem Ho fliessende Schlacke noch die Summe der verschiedenen Verbindungs- und Zersetzungsw enthalten, während bei der Messung der Wärme in einer umgeschmolzenen Schlacke w nur die blosse Schmelzwärme in Frage kommt. Man kann daher für Schlacken beim I auf graues Roheisen 500 w, beim Betrieb auf weisses Roheisen 450 w ansetzen.

6. Zersetzung der Luftfeuchtigkeit. Der Einfluss nebligen oder nassen W auf den Gang und die Betriebsergebnisse der Hochöfen ist jedem Praktiker hinlänglich b und zeigt, wie gerechtfertigt die Rücksichtnahme auf den Wassergehalt der Luft ist (vgl.

7. Kühlwasser und Kühlluftwärme. Während Einige diese Wärme unt Verluste, d. h. in die Differenz der Summe der Posten 1 bis 6 und der ganzen Wärmeein einschlossen, haben einzelne Beobachter versucht, die an Kühlwasser und Kühlluft übergar Wärmemengen zu bestimmen.

8. Verluste. Man soll die durch das Constructionsmaterial des Ofens gleich wandernde und an die Luft übergehende Wärmemenge nicht vollständig als Verlust bezei da die inneren Ofenwände doch nothgedrungen die Temperatur des darin vor sich gel Processes, specieller der betreffenden Ofenzone haben müssen, falls nicht Störungen durch der Innentemperaturen eintreten sollen[2]). —

Der Brennstoffverbrauch beim Hochofenprocess hängt wesentlich v Reducirbarkeit der Erze ab. Versuche von Akermann und Särnström (J. 18 1897, 186) ergaben, dass Eisenoxyd durch Kohlenoxyd zu Magnetit reducirt wird. Sch 450° kann das Kohlenoxyd mit mindestens 20 Th. Kohlensäure gemengt sein und wirkt doc auf das Oxyd reducirend; geht man auf 900°, so verliert das Oxyd sogar in kohlenoxy Kohlensäure Sauerstoff. Um dem Magnetite bei 850° Sauerstoff zu entziehen, darf das Ga über 3 Vol. Kohlensäure enthalten; soll dies aber bei 300 bis 350° geschehen, so darf die K säure nicht 2 Th. übersteigen. Um endlich Oxydul zu erzielen, darf auf 1 Th. Kohlenoxyd mehr wie 0,5 Th. Kohlensäure im Gasgemenge vorkommen. (J. 1890, 278.)

Hieraus lässt sich nun der geringste Kohlenbedarf eines Hochofens bere wenn es möglich wäre, die Erzreduction ausschliesslich mit Kohlenoxyd auszuführen. der Formel $3CO + FeO = 2CO + CO_2 + Fe$ müssen für jedes Atom Eisen wenigstens Kohlenoxyd vorhanden sein. Befindet sich das Erz weiter oben im Ofen im Oxydation des Magnetits, so dürfen nach der Formel: $9CO + Fe_3O_4 = 5CO + 4CO_2 + 3Fe$ 5 Kohlenoxyd von höchstens 4 Th. Kohlensäure begleitet sein, während dieselben 5 Th. K oxyd, soweit die Reduction von Magnetit abhing, doch von mindestens 10 Th. Kohle hätten begleitet sein können. Bestand das Erz von Anfang an aus Oxyd, so bedeutet e die Gleichung $6CO + Fe_2O_3 = 3CO + 3CO_2 + 2Fe$, dass die entweichenden Gase, we Endreaction mit Kohlenoxyd erreicht werden soll, mindestens gleiche Raumtheile Kohle und Kohlensäure enthalten müssen, während Oxyd sich zu Magnetit reduciren lässt m 20fachem Kohlensäuregehalte. Daraus ergibt sich, wie ungeheuer die mit der Reductio bundenen Schwierigkeiten mit den abnehmenden Oxydationsgraden des Eisens wachsen un die Endreduction des Oxyduls vielmehr Kohlenoxyd braucht, als zur theilweisen Red höherer Oxydationsstufen nöthig ist. Für alleinige Erzreduction mittels Kohlenoxyd somit auf 1 k Eisen durch den Gebläsewind wenigstens $3C : Fe = 0,643$ k Kohlenstoff ver werden. Berücksichtigt man noch die vom Roheisen aufgenommenen 4 Proc. Kohlenst erhält man 0,657 k Kohlenstoff. War das Erz reiner Magnetit, so wurde für je 1 k nicht lirbaren Kohlenstoff höchstens:

$$(3 \times 56 + 4 \times 16) : [(9 \times 12) \times (3 \times 12 + 0,04 \times 56) : (3 \times 12)] = 2,03 \text{ k}$$

---

1) J. 1886, 65; 1889, 195; 1890, 242.

2) Theorie des Hochofens vgl. auch J. 1872, 14; 1876, 44; 1878, 26; 1879, 20, 31 1880, 20; 1882, 46, 59 u. 73; 1883, 53 u. 69; 1884, 55 u. 67; 1886, 84; 1887, 237 u. 313; 259, 268 u. 270.

agnetit aufgegeben; dann wäre der Gehalt der abziehenden Gase an Kohlensäure und
:yd dem Volumen nach 0,80 und dem Gewichte nach 1,26. War das Erz aber reines
hatte man:

2 × 56 + 3 × 16) : [(6 × 12) × (3 × 12 + 0,04 × 56) : (3 × 12)] = 2,10 k

d die Gasmischung 1,00 bez. 1,57.

l damit die Reduction nur durch Kohlenoxyd erfolgen, so müssen mit der Gebläseluft
ns 64,3 k Kohlenstoff auf 100 k reducirtes Eisen verbrannt werden. Nun ist diese
n den Hochöfen oft bedeutend geringer, während die Gase nicht an Oxyd reicher sind.
olgt, dass die Erzreduction im Hochofen nicht bloss durch Kohlenoxyd erfolgt, sondern
rch Kohlenstoff. Die Furcht vor Wärmeverlusten bei der Kohlenstoffreduction gegen-
Oxydreduction hat zu Wege gebracht, dass der Kohlenverbrauch jetzt in jenem Falle
ist, wie er bei der Oxydreduction nie hätte sein können. Die verlorene Wärme ist
durch heissere Gebläseluft zu ersetzen, wodurch das Roheisen wieder an Kohlenstoff
nd durch die Ueberhitzung an den Formen auch an Silicium reicher wird.

r Brennstoffverbrauch ist in vielen Fällen kaum weiter zu vermindern. Nur durch sehr
ebläseluft mit gleichzeitiger Zuführung von Kohlenoxyd könnte noch Brennstoff erspart
dabei müsste dieses Gas aber noch billiger wie im Hochofen selbst darstellbar sein. Das
darf dabei nicht, wie Bell will, mit Wasserstoffgas gemengt sein; denn dieses be-
hauptsächlich die Reduction durch Kohlenstoff, welcher die Oxydgaszuführung gerade
wirken würde.

ch Wedding (J. 1892) gehen durch Leitung und Strahlung des Mauerwerks u. s. w.
5 Proc. der Gesammtwärme verloren.

achstehende Berechnung zeigt z. B. die durchschnittlich für das Schmelzen
oheisen in Holzkohlenöfen erforderliche Wärme. Daneben
zum Vergleiche die entsprechenden Werthe, welche den Wärmeverbrauch beim
zen von Kokseisen für 100 k ausdrücken:

Wärmebedarf für	Schwedische Holzkohlenöfen	Cleveland-Koksöfen
mpfung der Feuchtigkeit des Brennstoffes	8 155 w	1 620 w
tion des Eisens aus dem Erze	158 805	165 540
gnirung des reducirten Eisens mit Kohlenstoff	9 600	7 200
eibung der Kohlensäure aus dem Kalkstein	7 105	20 065
zung derselben durch Kohlenstoff	7 360	20 800
zung der Feuchtigkeit des Windes	6 800	12 220
zung von Phosphorsäure und Kieselsäure	2 610	20 870
elzung des Roheisens	33 000	33 000
elzung der Schlacke	41 350	72 600
ı das Mauerwerk entweichende Wärme, geschätzt auf	12 717	18 290
rption durch Kühlwasser	5 545	9 090
eichung von Wärme in den Gichtgasen	34 565	37 710
er Wärmebedarf	327 610	419 005
neentwickelung, berechnet nach Zusammensetzung, Gewicht und Temperatur des Brennmaterials, der Gichtgase nd des Windes	318 175 w	423 860 w

danach volle 30 Proc. mehr Wärme für das Schmelzen von Cleveland-Eisen als für die
en Hämatite und Magnetite Schwedens erforderlich. Der Materialverbrauch u. dgl. für
Roheisen war folgender:

	In Schweden	In Cleveland
Brennstoff	97,4 k	102,0 k
Kalkstein	19,2	46,9
Erz	197,8	234,7
Temperatur des Windes	211°	563°
„ der Gichtgase	289	262

ekanntlich ist das Erz die Quelle des Sauerstoffes, welcher das Kohlenoxyd in Kohlensäure
delt. Ausser der so gebildeten Kohlensäure wird eine gewisse Menge vom Kalksteine
gen und eine weitere Menge durch die Dissociation des Kohlenoxydes, indem 2 Aeq.
Gases innerhalb der Poren des in der Reduction begriffenen Erzes in Kohlensäure und

Kohlenstoff zerlegt werden. Sobald aber die Kohlensäure ein gewisses Verhältniss übersc
so tritt, falls die Temperatur und andere Umstände günstig sind, eine der eben erw
entgegengesetzte Reaction ein: sie bildet mit vom Brennstoff geliefertem Kohlenstoffe I
oxyd. —

Durch grosse Production zeichnen sich die Hochöfen der Ilseder Hütte bei Pei
welche im J. 1898 bei etwa 380 cbm Rauminhalt folgende Eisenmengen lieferten:

			oder für den Tag
mit Hochofen 1	in 310 Tagen	55 616 240 k	179 407 k
„ „ 2	„ 365 „	74 474 060	204 038
„ „ 3	„ 365 „	75 249 940	206 164
„ „ 4	„ 58 „	10 902 110	187 967
Zusammen	in 1098 Tagen	216 242 350 k	196 172 k

Dagegen wurden erzeugt: 1897 in 3 Hochöfen 204 405 050 k oder 187 872 k für de
tag, 1899 Januar und Februar in 3 Oefen 36 980 000 k oder 208 927 k für den Ofentag
Hochöfen verbrauchten 613 754 t Erze und Schlacken, 213 511 t Koks, keine Heizkohl
Kalkstein, oder auf 1000 k Eisen 2838 k Erz mit 35,23 Proc. Ausbringen und 987 k Kok
Roheisen hat etwa folgende Zusammensetzung:

Eisen	91,70 Proc.
Mangan	2,05
Phosphor	2,65
Schwefel	0,05
Silicium	0,20
Kohlenstoff	3,35

Die dabei fallende Hochofenschlacke, deren Gewicht etwa 75 Proc. des Roheisens l
wird als bewährtes Wegebaumaterial verwandt und hat einen chemischen Bestand von:

Kieselsäure	32,02 Proc.
Phosphorsäure	0,67
Thonerde	11,22
Eisenoxydul	1,67
Manganoxydul	6,97
Kalk	40,16
Magnesia	3,01
Schwefelcalcium	3,71

In dem Hochofen Raivola (Finnland) werden nach Kulibin Sumpferze folgend
sammensetzung verblasen: 55,30 Proc. Eisenoxyd, 5,67 Proc. Manganoxydul, 11,8
Kieselsäure, 1,00 Proc. Kalk, 0,21 Proc. Magnesia, 5,07 Proc. Thonerde, 20,05 Proc. V
0,70 Proc. Phosphorsäure und 0,12 Proc. Schwefelsäure. Der Kalkstein enthält: 12,38
Kieselsäure, 6,527 Proc. Thonerde und Eisenoxyd, 39,500 Proc. Kalk, 4,015 Proc. Ma
37,355 Proc. Kohlensäure und Wasser. Auf 40 Th. Erz wurde 1 Th. Kalkstein zugesetz
Holz und Holzkohlen als Brennstoff. Das erblasene Roheisen enthielt:

	grau	hellgrau	weiss
Kohlenstoff	0,993 Proc.	1,660 Proc.	2,168 Proc.
Graphit	2,685	1,560	0,500
Silicium	0,945	0,520	0,384
Mangan	1,200	1,530	0,233
Phosphor	0,652	0,630	1,368
Schwefel	Spur	0,025	0,010
Eisen	92,609	97,425	95,426

Die entsprechenden Schlacken hatten folgende Zusammensetzung:

Kieselsäure	54,67 Proc.	49,90 Proc.	49,70 Proc.
Thonerde	14,43	9,21	7,04
Eisenoxydul	1,29	5,05	6,77
Manganoxydul	22,42	25,38	21,03
Kalk	7,27	8,00	13,16
Magnesia	Spur	0,95	1,46
Phosphorsäure	Spur	Spur	0,31

Gasanalysen[1]) lieferten folgende Volumprocente:

nter der Gicht	Kohlensäure	Kohlenoxyd	Stickstoff	Wasserstoff	Methan
0,6 m	11,92	27,03	47,22	11,41	2,42
1,1 „	12,50	26,08	55,94	5,48	—
2,1 „	8,50	33,90	57,59	—	—
3,1 „	9,00	37,68	53,32	—	—
4,2 „	2,93	38,23	58,84	—	—
n Tümpel	0,75	4,65	—	—	—
'ormen	2,05	11,85	—	—	—
rennungsfocus	8,25	37,45	54,38	—	—

:h Analysen von Vloten (J. 1893) wird der Sauerstoff des Windes auch beim Betrieb erhitzter Luft zunächst zur Bildung von Kohlensäure völlig verbraucht, ehe Kohlen- steht; Sauerstoff und Kohlenoxyd finden sich nur in wenigen Proben zusammen und · in geringen Mengen; dieses Zusammenvorkommen erklärt sich aber leicht dadurch, Windpressung mit den Hüben der Gebläsemaschine fortwährend kleine Schwankungen dass, wenn in dem einen Augenblick der Sauerstoff vorwiegt, er im nächsten fehlt.

Gase der Cleveland-Hochöfen, namentlich derjenigen von 23 bis 24 m Höhe, sind einer gewissen Höhe wegen der geringen in ihnen enthaltenen Menge von Kohlensäure swerth. Die folgenden Beispiele beleuchten diese Behauptung für einen Ofen von Fassungsraum:

Unterhalb der Gicht	Nr. I		Nr. II	
	CO_2	CO	CO_2	CO
5 m	2,22	34,08	2,25	33,31
6 „	0,67	35,11	0,73	34,84
12 „	1,09	34,96	1,00	35,08
16 „	1,51	35,24	—	—
20 „	0,50	35,92	0,49	36,03
21,5 „	0,00	36,63	0,00	37,60
An den Düsen	0,81	37,70	0,73	37,86

ıerzer Holzkohlen-Hochofen von 15,95 m Höhe und 101 cbm Inhalt ergab dagegen im ınitt von 2 Beobachtungen:

3,4 m unterhalb der Gicht	16,39 CO_2	13,11 CO
5,2 „ „ „ „	17,80	10,89
7,0 „ „ „ „	9,60	21,59
8,2 „ „ „ „	2,68	30,66
10,4 „ „ „ „	11,60	20,06

.ch Bell (1889) hatten die Hochofengase in verschiedenen Tiefen entnommen Zusammensetzung:

g	Gas-leitung Proc.	1,1 m Proc.	3,0 m Proc.	4,9 m Proc.	6,9 m Proc.	8,8 m Proc.	10,7 m Proc.	12,7 m Proc.	20,1 m Proc.
	16,05	11,71	10,03	8,17	6,12	—	—	0,72	3,01
	27,35	29,71	31,39	31,40	32,79	35,27	36,00	36,02	39,47
	0,12	0,10	0,07	0,14	0,28	0,10	0,11	0,08	0,14
	56,48	58,48	58,51	60,29	60,81	64,63	63,89	63,18	57,38

[1]) Hochofengase: vgl. J. 1887, 318; 1888, 133; 1889, 207; 1890, 268.

Ein rheinisches Hüttenwerk lieferte Staub folgender Zusammensetzung (J. 1898):

SiO_2	25,40
P_2O_5	3,14
Al_2O_3	9,55
CaO	14,35
MgO	2,12
Alkalien	15,85
Fe_2O_3	9,46
Mn_3O_4	4,96
ZnO	2,79
PbO	0,55
Cl	7,10
S	0,60
SO_3	0
C, CO_2, H_2O	6,36

Verschiedene Flugstaubproben[1]) hatten folgende Zusammensetzung:

	KO	NaO	CaO	MgO	Fe_2O_3	MnO	ZnO	PbO	SiO_2	Al_2O_3	S
Gleiwitzer Hütte	12,28	12,58	6,15	5,87	9,50	0,31	25,51	13,73	17,72	3,94	0,[illegible]
Tarnowitzer Hütte	—	—	—	—	—	—	35,65	10,64	15,55	4,21	—
Friedr. Wilhelmshütte	17,05	9,53	25,95	2,31	0,91	0,37	1,30	—	24,05	10,9	1,[illegible]
Cleveland	—	4,70	12,30	5,03	14,22	—	10,48	—	22,60	8,20	0,1[illegible]

Ein Theil des in dem Flugstaub enthaltenen Bleies und Zinks wird in schl Hütten gewonnen (J. 1888, 256; 1897, 197).

Beachtenswerth ist der Gehalt der Gase bez. des Staubes an Cyanverbindu und Jod (J. 1895, 162).

Verwerthung der Hochofengase. Wie bereits auf S. 165 ang wird ein Theil der Hochofengase zum Heizen der Winderhitzer verwendet, d zum Heizen der Dampfkessel. Meist werden einfache lange Cylinderkes wendet oder auch Doppelkessel (Fig. 160), wie beim Eisenwerk Kraft (S. 16 gewöhnlichem Betrieb mit Hochofengasen wird der Rost mit Platten oder Ste auf $^2/_3$ zugedeckt und dann auf dem offenbleibenden mittleren Drittel ein sc Feuer von Kleinkoks oder Kokslösche unterhalten, damit die Hochofengase s Sicherheit sich entzünden können. Hinter dem Rost liegen drei in Gitterwe gestellte Mauern (Fig. 160). Diese haben den Zweck, den Gasen und der Verbre luft ein Hinderniss zu bieten, an dem sie sich gründlich zu mischen haben. Feuerung hat sich in Oberschlesien bestens bewährt. Mit den dortigen nasse

1) J. 1876, 40; 1877, 27; 1879, 20; 1880, 24; 1883, 85; 1884, 8 u. 28; 1886, 100 255; 1890, 253 u. 264.

2) Nach der Ansicht von Berthelot (1869) bildet sich im Hochofen zunächst acetylür C_2K_2, welches dann mit dem Stickstoff direct zu Cyankalium 2(CNK) zusam Wie bedeutend die Erzeugung von Cyanmetallen bei den mit Steinkohlen betriebenen H sein mag, geht aus einer Arbeit von Bunsen und Playfair über den Process der en Roheisenbereitung hervor, nach welcher in einem Hochofen täglich 112,5 k Cyankalium werden. Nach Bell (J. 1882, 76; 1890, 281) fanden sich folgende Mengen von Kali Natrium in Verbindung mit Kohlensäure, Sauerstoff oder Cyan in 1 cbm der Gase eine länder Kokshochofens von 495 cbm Fassungsraum und einer Höhe von 24,4 m, u geschah die Prüfung der 2,44 m oberhalb der Formen entnommenen Gase an 6 auf folgenden Tagen:

	I	II	III	IV	V	VI	Durch
Kalium und Natrium	46,49	30,17	33,15	21,09	31,65	11,83	29,1[illegible]
Cyan	19,00	12,93	17,32	11,34	20,61	9,19	15,[illegible]

An demselben Tage erhielten dagegen die Gichtgase:

Kalium und Natrium	11,20	15,30	6,68	5,89	4,29	—	9,[illegible]
Cyan	4,00	6,60	3,57	2,91	1,79	—	3,[illegible]

(Vgl. J. 1897, 198.)

wurden auf je 1 qm Heizfläche 19 *l* Wasser in der Stunde verdampft, wobei eine Speisetemperatur von 15^0 und der Dampf eine Spannung von $4^1/_2$ Atm.

Fig. 160.

ihrend die abgehenden Gase bei normalem Ofengang eine Temperatur von 380^0 n Sauerstoffüberschuss von nur 2 bis 3 Proc. und keine Spur von Kohlenoxyd (J. 1897, 196.)

gewaltiger Fortschritt ist die Verwendung der Hochofengase zum Betrieb der aftmaschinen[1]). Während in Seraing mit Dampfkessel und Dampfmaschine . stündlich 22 cbm Hochofengase erforderlich waren, gebraucht die Gaskraft- e nur 3,3 cbm, so dass Hochofenanlagen künftig bedeutende Kraftmengen ab- önnen. Zur Beseitigung des Flugstaubes werden die Gase vielfach mit Wasser Streudüsen gewaschen. Besonders staubreich sind die Gase in Seraing; der enthält 20 Proc. Purple ore oder blue billy neben 80 Proc. spanischen Erzen, Leitungen enthalten nicht so viel Staubsammler, wie auf neueren Werken an- sind. 13 500 k schwerer Staub werden täglich aus dem Betriebe von zwei n fortgeschafft, welche zusammen 300 t Roheisen erzeugen. Somit kommen bm Gas 10 g von diesem Staub, welcher hauptsächlich aus purle ore besteht, . Eisen enthält und wieder in den Hochofen wandert. Ferner werden 3000 k aub täglich durch die Reinigung der Leitungen und Wascher entfernt; diese hen somit 2,2 g auf 1 cbm Gas; folgende Zusammenstellung gibt einige Analysen chiedenen Staubsorten in Seraing:

[1]) J. 1897, 200; 1898, 138; 1899, Abschnitt Eisen.

	Die Proben sind genommen				
	aus der Leitung, welche zu den Kesseln führt; 20 m von den Hochöfen	aus der Leitung, welche zu den Kesseln führt; 60 m von den Hochöfen	aus dem ersten Zug unter den Kesseln	aus dem letzten Zug unter den Kesseln	aus Abhit… kurz v… Ein… in … Scho…
	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	P…
Wasser	11,00	9,30	—	1,20	2…
Unlöslicher Rückstand (Thonerde-Silicate)	13,00	15,40	19,00	21,80	22…
Eisen	33,85	20,45	19,15	8,05	10…
Mangan	0,75	1,25	1,35	1,80	2…
Kalk	9,10	13,20	17,40	18,75	17…
Magnesia	0,90	1,10	1,60	1,60	1…
Thonerde	9,50	15,20	12,30	18,55	17…
Zink	1,50	4,40	5,10	6,20	9…
Schwefelsäure	1,10	1,70	4,55	9,00	(…
Schwefel	0,60	1,30	1,10	Spur	S…
Chlor	Spur	0,30	Spur	0,24	(…
Alkalien	3,50	6,70	9,30	8,70	4…
Summe	84,80	90,30	90,85	95,89	94…

Aus den Gasen schottischer Hochöfen, in denen Kohlen verwendet werde… Theer und Ammoniak gewonnen (J. 1896, 133).

Schlacke[1]. Die Beschaffenheit der Hochofenschlacke ist für das geübt… des Hochofentechnikers ein wichtiges Merkmal für den Gang des Ofens bez. Beschaffenheit des erzielten Roheisens.

Weisses Roheisen der Hütte Eisenerz z. B. enthielt:

	I	II	III	IV	V
Kohlenstoff, geb.	3,431	3,338	3,594	3,556	3,725
Silicium	—	0,060	0,136	0,113	0,116
Mangan	1,312	1,095	1,382	0,948	0,695
Kupfer	Spuren	0,043	0,048	0,001	—
Schwefel	0,027	0,024	0,024	0,028	0,022
Phosphor	0,049	0,049	0,051	0,061	0,073

Die dazu gehörenden Schlacken enthielten:

	I	II	III	IV	V
Kieselsäure	37,35	39,90	41,40	41,90	42,85
Titansäure	—	—	0,08	—	—
Thonerde	7,05	6,90	5,81	5,65	12,37
Manganoxydul	11,67	11,01	12,35	13,06	11,99
Eisenoxydul	1,35	1,80	2,06	2,70	4,89
Kupfer	Spur	Spur	Spur	Spur	—
Kalk	27,03	25,95	22,76	22,63	16,98
Magnesia	14,09	12,31	13,77	12,07	9,02
Kali und Natron	1,35	0,95	0,87	1,81	1,57
Schwefelcalcium	0,37	0,66	0,56	0,31	0,40
Phosphorsäure	0,025	0,02	0,027	0,023	0,03

Das Hochofenwerk von Ougrée hatte auf der Ausstellung in Antwerpen folgende … von Schlacken nebst den zugehörigen Eisensorten:

1) J. 1881, 14 u. 25; 1882, 34; 1883, 49; 1884, 33 u. 92; 1885, 3 u. 23; 188… u. 81; 1887, 234, 279 u. 302; 1888, 162 u. 247; 1889, 213; 1892, 150; 1896, 183.

	Weisses Eisen	Spiegel	Spiegel-bessemer	Halbirtes Bessemer	Bessemer	Bessemer extra	Thomas	Giesserei-roheisen
…n	—	—	grau, grob-körnig mit Spiegel	Spiegel mit Feinkorn	Kern grob-körnig, Rand feinkörnig	ausserge-wöhnlich starke Graphit-aus-scheidung	strahlig bis spiegelig mit grauen Punkten	stark grau
…ff .	4,400	5,800	5,100	4,000	4,500	4,500	4,325	3,987
… .	0,409	0,503	1,127	1,121	2,463	2,845	0,807	1,307
… .	0,131	7,232	4,213	2,988	2,042	0,9 bis 0,4	1,820	0,407
… .	0,329	0,000	Spur	Spur	0,014	0,010	0,054	0,056
… .	1,528	0,892	0,223	0,093	0,060	0,048	2,344	0,117
…en	dunkel-braun fest	hellgrün weiss zerfallen	hellgrau fest	hellgrau zerfallen	hell, voll-ständig zerfallen	voll-ständig zerfallen	—	grössten-theils zerfallen
…re .	34,35	32,25	33,10	34,00	32,21	30,00	32,97	35,50
… .	14,66	11,17	10,33	9,79	11,57	12,34	12,44	8,72
… .	42,66	46,20	49,70	47,00	50,42	51,00	47,95	46,50
… .	2,00	2,02	1,34	3,30	1,37	2,34	1,37	3,20
…ydul	0,92	5,07	2,04	2,32	0,85	0,30	2,26	1,58
…dul .	3,30	0,60	0,67	0,65	0,76	1,05	1,47	1,16
… .	1,42	2,52	2,69	1,80	2,72	2,73	1,42	1,64
… .	0,14	0,02	0,03	0,01	0,01	0,02	0,08	0,02

…stige Eisenanalysen[1]). Die in Luxemburg und Lothringen für den Markt her-…n 2 Thomas-Roheisensorten haben nachstehende mittlere Zusammensetzung:

Marke MM

…fel	0,05 bis 0,1 Proc.
…m	0,5 „ 1,0 „
…n	1,3 „ 1,6 „
…hor	1,7 „ 1,8 „
…nstoff . . .	3,7 „ 3,9 „

Die Schlacke:

Kieselsäure	31,5 Proc.
Thonerde	18 bis 19 „
Kalk	43 „
Magnesia	2 „
Manganoxydul bis . . .	1,9 „

Marke OM

…fel unter	0,15 Proc.
…m	0,5 bis 1,5 „
…an	0,3 „ 0,9 „
…hor	1,0 „ 1,8 „
…nstoff	3,2 „ 3,7 „

Die Schlacke:

Kieselsäure . . .	30 bis 31 Proc.
Thonerde	18 „ 19 „
Kalk	43 „ 44,5 „
Magnesia	2 „
Manganoxydul bis . . .	0,8 „

…uddelroheisen und die zugehörige Hochofenschlacke:

…nstoff, chem. geb. .	3,03 Proc.
…it	0,13 „
…um	0,314 „
…hor	0,831 „
…efel	0,026 „
…an	1,602 „
…er	0,006 „
… a. d. Abgange . .	94,061 „

Kieselsäure	39,05 Proc.
Thonerde	11,29 „
Eisenoxydul	4,24 „
Manganoxydul	20,73 „
Kupfer	Spur
Kalk	17,31 „
Magnesia	4,74 „
Natron (mit etwas K.) . .	1,44 „
Schwefelcalcium	0,88 „
Phosphorsäure	0,20 „

…J. 1893, 213; 1895, 148.

Vogt hat durch mikroskopische Untersuchung in verschiedenen Schlacken f Mineralien nachgewiesen: Augit, Enstatit, Wollastonit, Rhodonit und einen babi ähnlichen asymmetrischen Pyroxen, ein hexagonales Kalksilicat, sehr selten Glimmer Olivin, Fayalit, Tephroit, monticellitähnliche, kalkreiche Olivine, an Zinkoxyd reichen selten Willemit, Melilith, Gehlenit und ein neues tetragonales, thonerdefreies, an Kie reiches Mineral, Spinell (reiner MgO-Spinell, CaO-MgO-Spinell, ZnO-Spinell) und M ferner CaS, MnS, (Mn, Ca) S, FeS u. s. w., Cuprit, gediegen Kupfer. In den sehr kies reichen Schlacken (Emailschlacken) erscheint in Krystallitenform ein Mineral, das vielle der Zusammensetzung $(RO)_2$ $(SiO_2)_3$ ist. Unter diesen Mineralien sind der babingtonit asymmetrische Pyroxen, das hexagonale Kalksilicat und das neue tetragonale von Thone und an Kieselsäure und Kalk reiche Silicat als natürliche Bildungen bisher noch ni gefunden worden. Mineralien der Hornblende- und Feldspathgruppe wurden als Sch gemengtheile nicht vorgefunden, ebenso fehlen freie Säuren und Sesquioxyde, wie Kie als Quarz oder Tridymit, Titansäure als Rutil, Anatas oder Brookit, Thonerde als Kor Eisenoxyd als Eisenglanz. Alkalifeldspathe können überhaupt als Schlackengemengtheil des Alkalimangels nicht erwartet werden und statt Anorthit und Labrador treten imme ralien der Melilithgruppe auf. — Die Mineralien der Schlacken erscheinen meist als skelette, der raschen Abkühlung wegen, entwickelt. Die Skelettstructur kommt dad Stande, dass sich die ausscheidenden Mineralmolecüle nach einzelnen, gesetzmässig kr graphisch orientirten, für jedes Mineral charakteristischen Wachsthumsrichtungen an Holzkohlenhochöfen erzeugen ausser sehr sauren Emailschlacken vorwiegend schlacken, daneben Wollastonitschlacken mit dem hexagonalen und dem tetragonale silicate. Enstatit ist nur in einem Falle nachgewiesen, Melilith und Olivin sind auch seh Bemerkenswerth ist, dass die sauren Bessemerschlacken meist Rhodonite bilden un Grenze des Augit- und des Olivinvorkommens eingesetzt werden müssen. Kokshö erzeugen selten das tetragonale Kalksilicat, dagegen vorwiegend Melilith und Gehleni oberschlesischen, rheinisch-westfälischen, belgischen, französischen und ein grosser T englischen Schlacken sind nach Dürre Melilithschlacken.) Gehlenitschlacken sind fas Clevelandbezirke und dann mit Spinellausscheidungen gefunden. Die Frischprocesse, und Kupferhütten liefern nur eisenreiche Olivin- oder Fayalitschlacken. (Vgl. J. 1888, Einzelne Schlacken enthalten bis 40 Proc. TiO_2 (J. 1896, 133).

Schlackenverwerthung. Hochofenschlacken werden zerschlage Strassenbau verwendet, in Formen gegossen als Pflastersteine und Bausteine, ode Einfliessenlassen in Wasser gekörnt mit Kalk gemischt zu Mauersteinen g 1000 Mauersteine von deutschem Normalformat, d. h. von 250 × 120 × erfordern an granulirter Schlacke, welche den gewöhnlichen Wassergehalt von 30 Proc. hat, 3000 bis 3500 k. 1 cbm granulirte Schlacke wiegt, je nach schaffenheit der granulirten Schlacke, zwischen 250 und 750 k; 1000 Steine er also zwischen 5 und 6 cbm granulirte Schlacke. Es wird angenommen, d granulirte Schlacke bis zur Nähe der Mischmaschinen kostenfrei geliefert wi dieselbe doch mindestens ebenso weit gefördert werden müsste, um abgestürzt zu können. — 1000 Steine erfordern je nach Beschaffenheit der granulirten S und des zur Verfügung stehenden Kalks 275 bis 350 k gebrannten Kalk. 1 brannter Kalk wiegt etwa 1000 k. (J. 1896, 137; 1897, 201; 1898, 141.)

Einige Schlacken eignen sich auch zur Mörtelbereitung (J. 1892 andere für sog. Puzzolancemente. Dieses sind innige Gemenge von Sch mehl und Kalkhydrat oder an Stelle desselben auch wohl Romancement, weil di fast gleiches spec. Gewicht besitzt, wie das Schlackenpulver und daher hier ei mischung nicht so leicht zu befürchten ist als bei Anwendung von Kalkhydrat. Puzzolancemente werden zumeist im Verhältniss 3 : 1 gemischt, d. h. 75 Proc. Sch mehl und 25 Proc. Kalkhydrat oder Romancement. — Zur Herstellung des Sch oder Puzzolancementes eignen sich nur diejenigen Eisenhochofenschlacken, we der Verhüttung eines Eisenerzes auf Graueisen mit Koks erfolgen. Schlacken, bei der Gewinnung anderer Eisensorten (Weisseisen, Spiegeleisen u. s. f.) auftret für diesen Zweck völlig ungeeignet, ja selbst die Schlacken, welche im Holz hochofen, der auf Graueisen betrieben wird, fallen, können zu genanntem Zwec

lung finden. Die Fähigkeit der Schlacken des grauen Koksroheisens, mit Kalk
sch zu erhärten, ist aber keineswegs von der chemischen Zusammensetzung
hängig. Nur wenn man die flüssige Schlacke, wie sie aus dem Hochofen durch
lackenstich abfliesst, plötzlich abkühlt, ist sie zur Puzzolancementfabrikation
. In der Praxis bewerkstelligt man dieses Abkühlen dadurch, dass man die
e flüssige Schlacke über die Schlackentrift hinweg in dünnem Strahle in Wasser
isst. Dadurch erreicht man zugleich eine ziemlich weitgehende Zerkleinerung
morsches Material von geringer Korngrösse, welches sich nach dem Trocknen
htigkeit auf dem Kollergange oder der Kugelmühle in das feinste Pulver ver-
lässt. Schreckt man die glühende Schlacke aber nicht ab, sondern lässt sie
erkalten und zerkleinert sie dann, so zeigt das mit Kalkhydrat gemischte
gar keine hydraulischen Eigenschaften, obgleich die chemische Zusammensetzung
hreckten und langsam abgekühlten Schlacke keinen Unterschied zeigt. Das
ist von der langsam abgekühlten und an der Luft zerfallenen Schlacke zu

hrt man gegen die abfliessende Hochofenschlacke einen Dampfstrahl, so wird
acke in fadenförmige Gebilde zertheilt, die sog. Schlackenwolle, welche
rmittel Verwendung findet. Auch zur Herstellung von gewöhnlichen farbigen
ıen wird Hochofenschlacke verwendet (J. 1895, 162).

oheisen. Das aus dem Hochofen abfliessende Eisen enthält Kohlenstoff (als
und gebunden als Eisencarburet), Silicium, Schwefel, Phosphor, Mangan u. dgl.,
Analysen S. 181 zeigen.

eisses Roheisen zeichnet sich durch silberweisse Farbe, Härte, Sprödigkeit, starken
nd grösseres spec. Gewicht aus. Letzteres beträgt 7,58 bis 7,68. Zuweilen lassen sich
lben Prismen erkennen. Spiegeleisen (Spiegelfloss, Hartfloss, Rohstahleisen) wird
ch aus manganhaltigen Spatheisensteinen erzeugt, lässt sich, wenn man von dem nie
n Mangangehalte absieht, als eine Verbindung von $Fe_6C + Fe_8C$ (mit 5,93 Proc. C)
en. Wird das Gefüge des weissen Roheisens strahlig-faserig und geht die Farbe des-
s Bläulichgraue über, so heisst die Abart blumiges Floss (Weissstrahl). Wenn die
arbe noch mehr verschwindet und die Bruchflächen anfangen zackig zu werden, so erhält
e zwischen dem weissen und grauen Roheisen in der Mitte stehende Abart, das luckige
Das gemeine weisse Roheisen (körniges Weisseisen, weisses gares Eisen, gekraustes
nthält neben Mangan 2 bis 3 Proc. gebundenen Kohlenstoff, 0,2 bis 0,5 Proc. Graphit.
hlenstoffärmsten Abarten des weissen Roheisens bilden Uebergänge zu kohlenstoff-
Stahl.

as graue Roheisen ist von hellgrauer bis dunkelschwarzgrauer Farbe, körnigem bis
ppigem Gefüge. Das spec. Gewicht desselben ist im Mittel = 7,0, also geringer als
weissen Roheisens. Es ist weniger hart als letzteres. — Wenn in einem Stücke beide
nsorten, entweder in besonderen Lagen oder das eine in die Masse des andern zerstreut
men, so heisst ein solches Eisen halbirtes Roheisen oder Forelleneisen. Der
he Unterschied zwischen weissem und grauem Roheisen liegt darin, dass ersteres nur
ch gebundenen Kohlenstoff (4 bis 5 Proc.), letzteres wenig gebundeuen Kohlenstoff, aber
aphitischen enthält. Das weisse Roheisen, welches am meisten Kohlenstoff enthält,
t am leichtesten; graues Roheisen ist viel dünnflüssiger als das weisse. Das graue Roh-
eht beim Erhitzen plötzlich aus dem festen in den flüssigen Zustand über, während die
Eisensorten beim Schmelzen einen längere Zeit andauernden Zustand teigiger Be-
heit durchlaufen. — Geschmiedet kann das Roheisen nicht werden, da es in der Glüh-
nter dem Hammer auseinander fliegt. Durch Erhitzen mit Eisenoxyd wird es aber
lbar (schmiedbarer Guss). Wegen der dünnflüssigen Beschaffenheit wird das graue
n vorzüglich zu Gusswaaren angewendet (Giessereiroheisen); es füllt die Formen
sser Schärfe und Reinheit aus, während weisses Roheisen mit stumpfen Ecken und con-
berfläche erstarrt. Wird geschmolzenes graues Roheisen rasch abgekühlt, so geht es in
Roheisen über. Lässt man dagegen bei starker Hitze geschmolzenes weisses Roheisen
abkühlen, so verwandelt es sich in graues Roheisen. Das weisse (namentlich mangan-
Roheisen passt besonders zur Darstellung von Schmiedeisen und Stahl (Bessemerstahl)
en Frischprocess und führt daher den Namen Frischereiroheisen.

Auf die Beschaffenheit des aus dem Hochofen erhaltenen Roheisens ist nicht nur schickung, sondern auch die Temperatur des Ofens und die Art des Hochofenbetriebes übe von grösstem Einflusse. Es scheint, als ob sich im Hochofen zuerst weisses Roheisen bild dass dieses erst bei sehr gesteigerter Temperatur in graues Roheisen überzugehen v Findet die Reduction bei einem richtigen Verhältniss zwischen Erz, Zuschlag und Bre statt, so wird der Gang des Hochofens ein garer (Gargang) genannt. Man erhält dadu Roheisen mit gehörigem Kohlenstoffgehalt, vorherrschend weisses Roheisen. Die Schla bei diesem Gange niemals dunkel gefärbt, weil sie nur wenig Eisenoxydul enthält. W Folge von vorherrschendem Erze, also von mangelndem Brennstoff, die Temperatur, welc vollständigen Kohlung des Eisens erforderlich ist, nicht erreicht wird, so findet nicht sel unvollständige Reduction statt, indem eine grosse Menge von Eisenoxydul in die Schlac und derselben eine dunkle Farbe ertheilt. Der Gang des Ofens wird in diesem Falle ein setzter oder scharfer Rohgang genannt. Durch überwiegenden Brennstoff, wodu Hitze im Hochofen zu sehr gesteigert wird, wird ein heisser, hitziger oder über Gang des Hochofens hervorgebracht und graues Roheisen gebildet.

Bei Herstellung von sog. Thomaseisen (S. 209) wird bei garem Gang sämm Phosphor bis auf einen verschwindend kleinen Theil (0,05 bis 0,1 Proc. in der Schlacke) r und geht in das Roheisen, mag die Schlacke sauer oder basisch sein; wenn der Ofengang und das Roheisen matt wird, steigt sofort der Phosphorgehalt der Schlacke, unter Ums bis auf 0,7 Proc. Es scheint, dass bei kaltem Ofengang ein Theil des Phosphors aus de eisen vor der Form verbrennt und in die Schlacke geht, während bei garem Ofengang der Silicium- und Kohlenstoffgehalt des Roheisens den Phosphor vor Verbrennung schützt selbe Phosphorverbrennung findet beim Kupolofenschmelzen statt; in der Kupolofenschlac Thomaswerken werden 1 bis 2 Proc. Phosphor gefunden (J. 1894, 183).

2) Untersuchung von Eisen und Stahl[1]).

Besonders wichtig ist die Bestimmung des Kohlenstoffes[2]), Siliciu Phosphors[4]), Schwefels[5]), Mangans[6]), weniger die des Arsens[7]), V rams (J. 1898), Chroms[8]), und Titans. Neuerdings gewinnt auch die m skopische Untersuchung an Bedeutung[9]). Vorsicht erfordert die P nahme[10]).

Bei der Bestimmung des gesammten Kohlenstoffes im Eisen nac Wöhler'schen Verfahren, durch Erhitzen der Probe im Chlorstrome und Verbrenn Rückstandes zur Ueberführung des Kohlenstoffes in Kohlensäure erhält man nach Gi niedrige Zahlen, weil es nicht möglich ist, durch die gewöhnlichen Mittel den Chlorstrom frei von Sauerstoff zu erhalten, vielleicht in Folge von Chloroxydationsstufen, welche s der Einwirkung von Salzsäure auf Braunstein bilden. Diese Fehlerquelle wird dadur mieden, dass man den durch Waschen und sorgfältiges Trocknen von beigemengtem wasserstoff und Wasserdampf befreiten Chlorstrom über eine etwa 10 cm lange, im erhaltene Schicht linsengrosser Stückchen von Holzkohle streichen lässt, welche man vo Chlorstrom ausgeglüht hat, und erst das so gereinigte Gas auf das zu untersuchende welches als Borspäne verwendet werden kann, zur Einwirkung bringt. Ullgreen den Kohlenstoff mit Chromsäure und wiegt die gebildete Kohlensäure, Wiborgh misst di das Verfahren wurde von Reiss (J. 1888, 191), Lunge (J. 1891, 128; 1893, 183; 189 und Corleis (J. 1894) verbessert.

---

1) Auf den betreffenden Abschnitt in den „Jahresberichten" für 1880 bis 1890 sonders verwiesen.
2) J. 1893, 184; 1894, 141; 1895, 113; 1896, 106; 1897, 160; 1898, 115.
3) J. 1893, 206; 1895, 135; 1897, 185.
4) J. 1893, 189; 1895, 133; 1896, 107; 1897, 181.
5) J. 1893, 205; 1896, 106; 1897, 182; 1898, 119.
6) J. 1893, 212; 1896, 103; 1898, 121.
7) J. 1889, 178; 1895, 135.
8) J. 1883, 209; 1898, 124.
9) Vgl. S. 215.
10) J. 1895, 126; 1897, 119.

Bestimmung des als Graphit vorhandenen Kohlenstoffes wird meist die Probe unter
luss in verdünnter Salzsäure gelöst, der zurückbleibende Kohlenstoff ausgewaschen
gen. Der gebundene Kohlenstoff ergibt sich als Rest. Eggertz bestimmt den ge-
Kohlenstoff durch Lösen der Probe in Salpetersäure und Vergleichen der entstehenden
mit bekannten Proben (J. 1886, 17). Das Verfahren eignet sich namentlich für die
ufsicht. (J. 1888, 188.)

Bestimmung des Schwefels in Stahl und Eisen geschieht durch Kochen der
t Salzsäure, Auffangen des Schwefelwasserstoffes in Permanganatlösung, Kochen der-
t Salzsäure und Fällen mit Chlorbaryum. Im Filtrat von dem Baryumsulfat kann das
t Schwefelwasserstoff gefällt werden. Der beim Lösen der Stahlprobe verbleibende
l erhält keinen Schwefel, wenn genügend Salzsäure verwendet und $^1/_2$ Stunde gekocht
Die Lösung hält dann auch keinen Schwefelwasserstoff zurück. Zur Bestimmung
ciums wird die von der Schwefelbestimmung verbleibende Lösung des Stahles in Salz-
wendet. Bei dieser Auflösung bildet sich kein Siliciumwasserstoff, sondern sämmtliches
les Stahles wird zu Kieselsäure oxydirt.

Bestimmung des Phosphors wird die Probe in Salpetersäure gelöst, zur Trockne ver-
chwach geglüht, wieder gelöst, die Phosphorsäure mit Molybdänsäure gefällt, der Nieder-
ch dem Abschleudern geschätzt (J. 1890, 230) oder in Ammoniak gelöst und mit Mag-
hung gefällt. Auf die zahlreichen sonstigen Vorschläge muss verwiesen werden.

sser den S. 176 angegebenen Analysen von Roheisen mögen noch folgende an-
werden:

	I
aphit	2,171
emisch gebundener Kohlenstoff	0,086
osphor	0,459
hwefel	0,036
licium	3,265
angan	0,388
uminium	0,028
rom	0,027
anadin	0,012
upfer	0,009
rsen	0,015
ntimon	0,011
obalt, Nickel	0,035
ink	Spur
alcium	0,072
agnesium	0,100
itan	0,024

	II	III
Kohlenstoff	4,323	4,166
Schwefel	0,014	0,035
Phosphor	0,059	0,090
Silicium	0,997	0,584
Mangan	10,707	5,920
Kobalt	Spur	Spur
Nickel	0,016	Spur
Kupfer	0,066	0,046
Kalium	0,063	—
Aluminium	0,077	0,068
Calcium	0,091	Spur
Magnesium	0,045	0,058
Titan	0,006	—
Arsen	0,007	0,032
Antimon	0,004	0,026 (Antimon + Zinn)
Zinn	—	
Stickstoff	0,014	—
Sauerstoff in Schlacke	0,665	—

Schwarzes Roheisen. II. Spiegeleisen von Lohe nach Fresenius. III. Spiegeleisen
Louis.

3) Eisengiesserei.

bgleich das Giessen direkt aus dem Hochofen (Hochofenguss) geschehen kann,
an fast immer vor, die Flossen oder Gänze umzuschmelzen (Umschmelze-
b); dies geschieht entweder in Tiegeln, in Schachtöfen oder in Herd-
öfen. Weitaus am meisten werden Schachtöfen, sog. Kupolöfen verwendet [1]).

Noch im Anfange des 18. Jahrhunderts wurde selten umgeschmolzenes Eisen verwendet,
in Tiegeln geschmolzen wurde. Réaumur (1722) bemerkte, dass das Eisen voraus-
auch in unmittelbarer Berührung mit brennenden Kohlen zum Schmelzen gebracht
könne. Etwa um dieselbe Zeit fingen Hausirer an, in tragbaren Oefen Eisen zu
n, um Töpfe daraus zu giessen. Der erste feststehende Schachtofen scheint 1790 in
von Wilkinson ausgeführt worden zu sein. Um die Gicht vor vermeintlichen
erlusten und die Arbeiter vor der strahlenden Hitze der Gichtflamme zu schützen, über-
an die Gicht vermuthlich mit einer gemauerten Kuppel „cupola", in deren Scheitel die
öffnung für die Gase angebracht war, und benannte alsdann hiernach den ganzen Ofen.

Der Kupolofen von Krigar wird namentlich in Deutschland vielfac wendet. Der cylindrische Schacht a (Fig. 161) hat eine kurze Rast b; die gep Luft tritt aus dem ringförmigen Kanal d durch Schlitze f in den Schmelzraum c e geschmolzene Eisen sammel in den Vorherd g, aus welche s oder t die Schlacke abfl kann. Die mit Scharmott fütterte Thür o ist mit A öffnung über der Abflussri versehen. Bei q befindet si Schauloch, bei r eine Reini öffnung für die Schlitze. untere Theil des Ofens is Blechmantel h umgeben und auf der mit Rippen verse gusseisernen Platte k, welc eisernen Säulen m liegt. beendetem Schmelzen werd letzten Reste durch Klappe fernt. — Beim Kupolofe Greiner und Erpf tritt d durch verschiedene Düsen zu, um das Kohlenoxyd z brennen. Herbertz sau Gase durch ein Dampfstrahl ab, so dass die Luft unten einen offenen Schlitz ein West (J. 1897) führt die luft seitlich und von der Mi in den Kupolofen. Vielfac ein einfacher 0,6 m weiter S ofen mit zwei gegenüberstel Düsen verwendet.

Fig. 161.

Zur Inbetriebsetzung entzündet man zunächst die 250 bis 300 t Füllkoks. Bildung einer leichtflüssigen Schlacke aus dem am Eisen haftenden Sand und Koksasche dient ein Kalkzuschlag, dessen Menge sich nach der Zusammensetzu Kalkes und dem Aschengehalt der Koks richtet. Durchschnittlich wird eine Ge menge von 15 bis 20 Proc. von derjenigen der Koks richtig sein. Der Kalkzu kommt auf jeden Kokssatz, also auch auf die Füllkoks, damit der erste Abstich Folge der Aufnahme von Schwefel aus den Koks unsauberes hartes Eisen liefe durch Kalk verhindert wird. Zu wenig Kalk macht sich durch erhöhten Schwefe des Eisens und dadurch unangenehm bemerkbar, dass die Schlacke zu dickflüs um durch das Schlackenloch abzulaufen. Nachdem die Füllkoks gut durchge sind, wird der Ofen mit abwechselnden Schichten von Eisen und Koks bis zu gefüllt. Hierauf wird der Wind angestellt, wobei das Abstichloch so lange offen bis sich das erste flüssige Eisen zeigt. Bei einem Ofen von 0,6 m l. W. ist e von 200 k Eisen auf 15 k Koks am geeignetsten.

1) Vgl. J. 1881, 29; 1882, 92; 1883, 90 u. 94; 1884, 94; 1885, 36; 1886, 106; 188 1889, 221; 1893, 240; 1894, 188.

sonders zum Umschmelzen grosser Bruchstücke von Eisen werden auch wohl öfen verwendet.

hmelzpunkte von Gusseisen bestimmte Moldenke (J. 1898) mittels hem Pyrometer:

unkt	Gebund. Kohlenstoff	Graphit	Silicium	Mangan	Phosphor	Schwefel	Bemerkungen
o	4,67	0,03	0,57	0,22	0,266	0,044	Hartguss
	4,20	0,20	0,63	0,33	0,254	0,040	Hartguss
	3,90	0,16	0,75	0,66	0,240	0,030	Hartguss
	3,62	—	0,72	0,14	0,093	0,026	Sandguss
	1,63	2,27	1,46	0,50	0,092	0,032	Sandguss
	1,60	3,16	0,59	0,25	0,271	0,048	—
	1,57	2,90	0,66	0,31	0,237	0,040	—
	1,22	2,66	1,69	0,47	0,274	0,037	Sandguss
	1,20	2,90	0,75	0,66	0,248	0,030	—
	0,17	3,57	2,09	0,43	0,272	0,042	—

rf. [1]) zeigte durch Untersuchung Krigar'scher Oefen, dass das Verhältniss) in den Gichtgasen der Kupolöfen jetzt 2 bis 3 beträgt, während es früher 3 war; der Koksverbrauch für 100 k Eisen ist dementsprechend von 20 auf 7 k gt. Schlackenanalysen zeigen:

	Schlacken aus Hannoverschen Kupolöfen			von Spiegeleisen	Schlacken von Eisen für den basischen Process bestimmt		
. . .	56,04	55,01	50,48	36,56	37,05	42,08	52,96
. . .	11,55	11,61	10,68	11,57	11,08	10,81	12,80
. . .	—	—	—	—	—	0,85	1,25
. . .	15,34	14,91	20,98	0,78	1,59	6,28	4,36
. . .	4,02	1,06	4,01	19,80	14,09	5,66	4,31
. . .	9,74	15,05	9,85	28,97	29,64	29,50	19,63
. . .	0,51	0,49	0,84	1,92	0,79	3,65	2,12
. . .	0,21	0,28	0,22	—	1,98	—	} 0,47
. . .	0,17	0,22	0,18	0,40	1,58	0,48	
. . .	—	—	—	0,04	0,10	1,00	0,11
. . .	—	—	—	0,05	—	0,04	0,40

eränderungen in der chemischen Zusammensetzung durch mehrmaliges Umschmelzen olofen (J. 1895, 158):

	Si Proc.	Graphit Proc.	Geb. C Proc.	M Proc.	P Proc.	S Proc.
n vor dem Umschmelzen . .	2,97	3,61	0,28	0,71	0,68	0,024
r 1. Umschmelzung . . .	2,74	3,47	0,34	0,48	0,71	0,025
2. „ . . .	2,47	3,30	0,59	0,46	0,70	0,031
3. „ . . .	2,18	3,04	0,71	0,41	0,72	0,034
4. „ . . .	2,07	2,93	0,79	0,42	0,74	0,045
5. „ . . .	1,81	2,80	0,87	0,39	0,73	0,049
6. „ . . .	1,65	2,64	0,92	0,35	0,75	0,056

) J. 1879, 72; 1883, 94; 1884, 140.

Rollet erhielt beim Niederschmelzen mit Kalk und Flussspath:

	I.		II.		III.	
	vor der Schmelzung	nach der Schmelzung	vor der Schmelzung	nach der Schmelzung	vor der Schmelzung	nach der Schm[...]
Kohlenstoff . .	3,500	3,500	2,900	3,088	2,550	2,[...]
Silicium . . .	0,900	0,380	0,655	0,060	0,450	0,[...]
Mangan . . .	1,300	0,815	Spuren	Spuren	Spuren	Spu[...]
Schwefel . . .	0,220	0,015	0,375	0,015	0,520	0,[...]
Phosphor . . .	0,070	0,058	0,350	0,068	1,950	0,[...]

Diese Analysenreihen sind unter sich nicht ohne Weiteres vergleichbar, [...] Menge des verbrannten Kohlenstoffes, des Mangans und Siliciums, auch des [...] wesentlich von der Menge des verwendeten Koks abhängt. Bei wenig Koks (6 b[...] und kräftigem Gebläse verbrennt die Koks wesentlich zu Kohlensäure, gibt dah[...] Hitze, gleichzeitig wird man aber auch starken Abbrand, bez. Verlust an Sil[...] Mangan, Kohlenstoff und Eisen haben, so dass auf das verwendete Abfalleisen v[...] nissmässig viel theures Giessereiroheisen verwendet werden muss. Bei Verwe[...] von mehr Koks haben die entweichenden Gase mehr Kohlenoxyd, die Wärme [...] weniger gut abgenutzt, es werden aber die werthvolleren Bestandtheile des Roh[...] vor Oxydation geschützt. Bei reichlichem Kalkzusatz geht Schwefel in die Sch[...]

Die Bewerthung und Auswahl des Giessereiroheisens sollte nicht auf Gru[...] Beschaffenheit der Bruchfläche erfolgen, sondern auf Grund der chemischen Zusa[...]setzung [1]).

Jüngst konnte durch Mischen von weissem Roheisen mit Siliciumeisen vortre[...] Gusseisen herstellen. Silicium fördert die Graphitbildung, wie folgende Analysen zeigen[...]

Si	Gesammt-kohlenstoff	Vom Gesammt-kohlenstoff		Si	Gesammt-kohlenstoff	Vom Gesam[...] kohlensto[...]	
		Graphit	gebundener C			Graphit	ge[...] den[...]
Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	Proc.	P[...]
1,65	3,59	72,2	25,8	2,00	3,78	90,7	[...]
1,74	3,98	84,2	15,8	2,03	3,81	90,8	[...]
1,76	4,05	84,5	15,5	2,10	3,40	91,8	[...]
1,80	3,61	88,9	11,1	2,26	3,76	92,3	[...]
1,87	3,75	89,3	10,7	2,41	3,89	92,8	[...]
1,91	4,04	90,1	9,9	2,87	3,81	93,0	[...]
1,95	4,03	90,6	9,4	3,01	3,67	93,5	[...]

Welcher Siliciumgehalt in Gussstücken am zweckmässigsten sei, hängt besonders von [...] Abmessungen ab. Je grösser sie sind, desto langsamer kühlen sie ab, und desto wenige[...] darf der Siliciumgehalt sein, wenn nicht übermässige Graphitbildung eintreten soll. Währ[...] sehr dicken Gussstücken (Hammerschabotten u. dergl.) schon ein Siliciumgehalt von 0,5 [...] oder noch weniger ausreichend ist, dem Metalle die Eigenart als graues Gusseisen zu ver[...] sollte in mittelstarken Gussstücken (Maschinentheilen, Röhren) der Siliciumgehalt nicht [...] 1,5 Proc. betragen, und in dünnen Gegenständen (Stubenöfen, kunstgewerblichen Erzeugn[...] ist ein Siliciumgehalt von 2 Proc. oder noch etwas darüber wünschenswerth, um das Hart[...] des rasch erstarrenden Metalles zu hintertreiben. Wüst (J. 1897) hat sich von 21 Giess[...]

1) J. 1887, 324; 1889, 222; 1890, 292; 1896, 140; 1897, 204; 1898, 141; Z. Ve[...] 1899, 343.

Gegenden Deutschlands Gussspäne von 120 Gussstücken einsenden lassen. Diese
urden auf Silicium geprüft. Die Analysen ergaben zwischen Wandstärke und Silicium-
gende Beziehungen:

Gussstücke	unter 10 mm Wandstärke	erfordern	2,5 bis 2,3 Proc. Si
„	von 10 bis 20 mm „	„	2,1 „ 2,3 „ „
„	„ 22 „ 30 „ „	„	1,9 „ 2,1 „ „
„	„ 30 „ 40 „ „	„	1,7 „ 1,9 „ „
„	„ 40 mm und darüber	„	1,5 „ 1,7 „ „

aber beim Umschmelzen des Roheisens von dem ursprünglichen Siliciumgehalte ein
brennt, muss bei der Wahl des Einsatzes in die Schmelzöfen hierauf Rücksicht genommen

Mangangehalt des Gusseisens macht das Eisen zum Weisswerden geneigt, spröde,
t das Schwindmaass, wodurch dann die nachtheiligen Folgen der Schwindung: Neigung
s zum Saugen, Entstehen von Spannungen, in verstärktem Maasse zur Geltung gebracht
Daher ist selbst für Hartguss ein hoher Mangangehalt unzulässig, trotz seiner Eigen-
s „Abschrecken“ des grauen Roheisens zu befördern. Glücklicherweise sind jene Ein-
n des Mangans nicht so kräftig, dass ein Mangangehalt von 1 Proc. oder noch etwas
n gewöhnlichen Gusswaaren als nachtheilig bezeichnet werden müsste; je dünner aber
tücke sind, je mehr ihre Form die Entstehung von Spannungen befördert und je mehr
n auf Leichtbearbeitbarkeit und Widerstandsfähigkeit gegen Stosswirkungen legt, desto
sollte der Mangangehalt sein. Eine nützliche Eigenschaft des Mangans in dem zum
lzen bestimmten Roheisen ist seine Fähigkeit, das Silicium vor raschem Verbrennen zu
Ein manganreicheres Roheisen kann deshalb öfter umgeschmolzen werden, ohne weiss
n, als ein manganärmeres mit gleichem Siliciumgehalte. Dennoch sollte auch ein zum
lzen bestimmtes Roheisen nicht mehr als 1,5 Proc. Mangan enthalten, damit nicht der
ibende Gehalt seinen nachtheiligen Einfluss äussere.
osphor erzeugt Sprödigkeit, ein phosphorreiches Gusseisen bekommt leichter
gen und zerspringt leichter unter der Wirkung von Stössen und Erschütterungen als
rmes. Ein Mangangehalt verstärkt, ein Siliciumgehalt schwächt jenen Einfluss des
s. Daher kann ein Eisen mit 1,4 Proc. Phosphor, sofern es manganarm ist und nicht
Silicium enthält, noch für die Herstellung solcher Gussstücke brauchbar sein, welche
igen Stosswirkungen ausgesetzt sind. Bei Roheisen mit 0,25 Proc. Phosphor kann
rösste absolute Festigkeit bei einem Gehalt an gebundenem Kohlenstoff von 0,8 bis
erwarten; es muss aber, je grösser der Phosphorgehalt, um so kleiner der Gehalt an
em Kohlenstoff sein, soll die Maximalfestigkeit vorhanden sein. Es hat den Anschein,
bei phosphorhaltigerem Roheisen durch theilweise Ersetzung des gebundenen Kohlen-
rch Phosphor und Silicium eine grössere absolute Festigkeit erreicht werden, als bei
phosphorarmem; dabei bleibt aber Bedingung, dass im gleichen Maasse mit dem Steigen
horgehalts der an gebundenem Kohlenstoff kleiner werde, und nur Roheisen mit nicht
Proc. kann bei Erzeugung von Hartguss in Frage kommen. Bei Roheisen mit weniger
Proc. Phosphor darf 1 bis 1,5 Proc. gebundener Kohlenstoff vorhanden sein; im
Verhältniss aber, in welchem der Phosphorgehalt wächst, muss der Kohlenstoffgehalt
leiben, und Roheisen mit 1 bis 1,5 Proc. Phosphor darf 0,5 Proc. gebundenen Kohlen-
t mehr enthalten.
ingere Bedeutung besitzt ein Schwefelgehalt, da er im Giessereiroheisen in der
eniger als 0,1 Proc. beträgt. Nur wenn man im Kupolofen mit schwefelreichen Koks
oder wenn man versäumt, die zur Bildung mässig basischer Schlacken aus der Koks-
forderliche Menge Kalkstein zuzuschlagen, kann der Schwefelgehalt über jenes Maass
nd sich dann besonders beim Gusse dünner Gegenstände in unliebsamer Weise bemerk-
en. Das Eisen erhält die Neigung, weiss zu werden, und wird dickflüssig. Versäumt
h den Füllkoks beim Kupolofenschmelzen Kalkstein in ausreichender Menge zuzuschlagen,
gewöhnlich das nach dem Anblasen zuerst ankommende Metall diese Eigenschaften.
armer, sehr starker Guss, der etwas mehr als 1 Proc. gebundenen Kohlenstoff enthalten
l ein Roheisen erfordert, welches durch schnelle Abkühlung Härte annimmt, scheint
Erfahrung schwedischer Werke durch einen Schwefelgehalt bis 0,15 Proc. eher zu ge-
wohl weil Schwefel die Aufnahmefähigkeit des Eisens von Kohlenstoff überhaupt
und dadurch bei einem bestimmten Gehalt an gebundenem Kohlenstoff die Graphitaus-
g beschränkt[1]).

---

[1]) Vgl. Wedding: Handbuch der Eisenhüttenkunde (Braunschweig 1896).

Einfluss von Aluminium auf graues Roheisen (J. 1895, 171).

		Kohlenstoff			Silicium	Mangan
		Graphit	Gebunden	Zusammen		
Ursprüngl. Zusammensetzung, langsam abgekühlt		3,75	0,58	4,33	0,70	0,22
Ohne Aluminium geschmolzen	rasch abgekühlt	0,37	3,81	4,18	0,75	0,28
	langsam „	2,33	1,85	—	0,75	—
Mit 1 Proc. „ „	rasch „	3,34	0,81	4,15	0,75	—
	langsam „	3,22	0,93	—	0,75	—
„ 2 „ „ „	rasch „	3,06	1,12	4,18	0,62	—
	langsam „	2,77	1,41	—	0,67	—
„ 4 „ „ „	rasch „	2,68	1,33	4,01	0,69	0,20
	langsam „	1,67	2,34	4,07	0,62	—
„ 8 „ „ „	rasch „	1,77	2,03	3,80	0,70	—
	langsam „	1,58	2,22	—	0,70	—
„ 12 „ „ „	rasch „	0,22	3,22	3,44	0,62	0,20
	langsam „	0,22	3,22	—	0,62	—

Borsig (J. 1893) zeigte, dass Aluminium in seiner Wirkung auf Roheisen dem ähnlich ist, aber ungleich kräftiger als dieses wirkt. Ueber die Verwendung des M der Eisengiesserei lässt sich aber nicht eher reden, als bis es gelingt, in einer im Gro ausführbaren Weise kleine Mengen Aluminium ohne grosse Verluste in das Eisen über

Man unterscheidet den gewöhnlichen Grauguss (in Sand- oder Lehmformen) guss und getemperten Guss. Um Hartguss zu erhalten, wird jener Theil, der soll, in eine Eisengussform (Schale) gegossen, wodurch die Oberfläche rasch abgekühlt Eisen daselbst weiss oder halbirt wird. Man verwendet für manche Gegenstände a kommen weissstrahligen Guss, welcher aber so spröde ist, dass derselbe für Stücke unve wäre, die Stösse oder Erschütterungen aushalten müssen; dagegen findet aber beisp dieser Guss für Hartwalzen bei den Getreidewalzmühlen, bei welchen Druck weniger als in Betracht kommt, die vortheilhafteste Verwendung. Am gebräuchlichsten ist jener, bei je nach der Stärke des Gusses der Rand nur auf 10 bis 15 mm, manchmal 20 mm na weiss (hart) ist und dann allmählich weich, d. i. grau wird. Hartgussräder enthalten z

	Graphit	geb. Kohlenstoff	Silicium	Phosphor	S
an der gehärteten Oberfläche . .	0,16	3,75	0,54	0,33	
im ungehärteten Kern	2,55	1,40	0,60	0,37	

Getemperter oder schmiedbarer Guss ist ein billiger Ersatz für eine kleiner Schmiedestücke, die je nach dem Zwecke aus Schweisseisen, Flusseisen oder schmiedet werden sollten. Tiefgraues Roheisen ist für diesen Zweck das Beste; das möglichst wenig Mangan und einen geringen Siliciumgehalt besitzen, muss jedoch je Stärke des Gusses gattirt werden; der Guss selbst muss sehr feinkörnig und absolut d Mit Aluminiumzusätzen gelingen diese Güsse in der Regel am besten. Die Em keit der Gattirung ist wohl durch den zarten Guss (Schlüssel, Beschläge, Thürklinken Hacken, Scheeren, Messer, Zangen u. s. w.) begründet. Die Waaren werden mitt maschinen eingeformt, in Eisenoxyd u. dgl. gepackt ausgeglüht (wobei Kohlenstoff oxy und langsam erkaltet, dann mechanisch geputzt (gescheuert), was den billigen Pr Surrogate für Schmiedestücke bedingt. In den letzten Jahren hat man eine Art g Gusses erzeugt, indem man Roheisen mit Stahlabfällen im Kupolofen schmilzt, welchem Unrecht den Namen „Stahlguss“ gibt. Der getemperte Guss gewinnt bei der mann Verwendung für kleinere Gegenstände aus Eisen in Folge seiner Billigkeit sehr an Aus In Remscheid und Solingen wird diese Art des Giessereibetriebes in einem grossartig stabe ausgeführt (J. 1895, 167).

Eiserne Kochgeschirre pflegt man auf der inneren Seite zu glasiren (e indem man die Fläche durch verdünnte Schwefelsäure von Oxyd befreit, einen aus Bor Feldspath, Thon und Wasser bestehenden Brei in dem Gefässe umherschwenkt, auf de Ueberzug ein feines Pulver von Feldspath, Soda, Borax und Zinnoxyd streut und dara schirre in einer Muffel bis zum Schmelzen der Glasmasse erhitzt (vgl. Glas).

4) Schmied- oder Stabeisen, Flusseisen.

erstellung schmiedbaren Eisens aus den Erzen. Wie bereits , stellte man früher das Schmiedeisen durch Erhitzen der Erze mit Kohlen auf Herde und Ausschmieden des erhaltenen Eisenschwammes her (Rennarbeit). sogen. direkte Verfahren ist in neuerer Zeit von Siemens u. A. verbessert, anfangs einen Drehofen, dann einen Flammofen verwendete (Fig. 162 bis 164). entliche Ofenkammer ist in eine obere und eine untere Abtheilung zerlegt, so wagrechter offener Schlitz *S* beide Theile vollständig von einander trennt. wölbe *a* wird besonders getragen und be- ne geringere innere Weite als der untere der dazu bestimmt ist, das Schmelzgut hmen. Ein gusseiserner Kasten *A* ist dazu nt, das Material des Herdes *h* aufzunehmen. n umlaufenden Rand dieses Kastens sind sseisernen Träger *a* aufgeschraubt, welche estimmt sind, das den oberen kleineren der Ofenkammer bildende Ofengewölbe *o* üchsen *f* für den abwechselnden Zu- und der Brennluft des Brenngases und der nnungsgase zu tragen. Die Form der *a* ist so gestaltet, dass die Hitze des Ofens venig darauf einwirken kann, und überdem haffen, dass derjenige Theil des Trägers, der Ofenhitze zunächst ausgesetzt ist, Wärmeableitung nach oben und nach dauernd kühl gehalten wird. Zu dem

Fig. 162.

Schnitt E-F

Fig. 163.

Schnitt A-B-C-D

biegt sich der innere Rand des Trägers auswärts nach oben und ist durch Flantsch und mehrere Rippen ausserhalb mit dem Kasten *A* in directer wärme- ler Verbindung. In diesen Ofen bringt man zunächst das Gemenge von ge- ten Erzen und Zuschlägen. Nachdem dasselbe geschmolzen ist, bringt man den nstoff entweder in Pulverform oder auch in kleineren und grösseren Stücken vor-

zugsweise durch die rund herumlaufende offene Zone, theilweise seitlich, so
Schlitz geschlossen wird, theilweise über das geschmolzene Gemenge in den Of
Reduction des Eisens soll sofort vor sich gehen, wenn man nur das Erzgemenge
Daraufbringen des Kohlenstoffes in einen möglichst dünnflüssigen Zustand gebra

Fig. 164.

Da das so gebildete Eisen durch die Kohlendecke vor dem Verbrennen gesc
und die Kohle selbst in Folge des raschen Reductionsprocesses und der z
reducirend gemachten Flamme nur in geringem Maasse verbrennen kann, mus
Folge der hohen Hitze alles gebildete Eisen flüssig auf dem Herde unter der S
ansammeln. Sobald nun die Entwickelung der Gasblasen aus dem Bade nach
hat, kann man die noch etwa auf der Oberfläche desselben schwimmende Koh
die rund herumlaufende offene Zone abstreichen und nimmt darauf Proben v
gewonnenen Eisen, um je nach dessen Kohlenstoffgehalt noch Roheisen oder Kohle
zur weiteren Kohlung oder Schrott oder auch Erzstücke zum Zweck der Ent
zuzusetzen. Unter Umständen kann man auch die offene Zone wieder durch H
Kalkaufgabe schliessen und dadurch höhere Hitze im Ofen erzielen, um je na
ständen das Eisenbad noch besser vorbereiten zu können. Man zapft zuletzt da
nebst der Schlacke auf die gewöhnliche Weise ab, um möglichst sofort eine ne
von Erzgemenge aufzubringen, wobei man einen recht hohen Haufen bildet,
Gemenge durch Einschmelzen sein Volumen um mehr als die Hälfte verringert
kann aber auch zu Ende des Processes so weit mit der Temperatur im Ofen h
gehen, dass das Eisen nur teigartig (nicht dünnflüssig) gemischt mit Schlacke
sich zu Luppen formen, zengen und schweissen lässt; auch kann dasselbe in dies
als Schrott für den Siemens-Martin-Process dienen. Hat man es mit sehr u
Erzen zu thun, die viel Phosphor und Schwefel halten, so zieht Siemens es
einem basisch zugerichteten Herde zu arbeiten, im anderen Falle aber entschie
sauren Herd. (J. 1892.)

Nach dem Verfahren von Imperatori werden Erze und kohlige Stoffe fein gepul
dann in solchen Verhältnissen gemischt, dass die Kohle eben für die Reduction des Ei
Erze ausreicht. Für Elbaner Erze mit 56 bis 60 Proc. ergab sich die praktische Grenz
bis 25 Proc. Koks oder 26 bis 35 Proc. Kohle auf je 100 k Erze. Kokende Kohle verd
Vorzug. Das Gemenge wird dann befeuchtet, gut durchgemischt und endlich zu Brik
etwa 20 bis 30 k Gewicht gepresst. Die Ziegel erhärten bald; man lässt sie dann noch
Tage in einem bedeckten Schuppen lufttrocknen und vollendet deren Trockuung währe
24 Stunden entweder in einem Trockenofen oder in der Nähe des Martinofens un
vor der Verwendung. Für ihre Verwendung ist es angezeigt, stets Roheisen mit zu ve
bez. zuerst ein Roheisenbad herzustellen. Man nimmt zweckmässig zuerst Roheisen

rechende Menge Ziegel in möglichst dichter Lage, so dass jenes ganz bedeckt ist, dann tänden Abfälle. Wenn alles geschmolzen, was nach ungefähr 1 Stunde der Fall ist, in kurzen Zwischenräumen (12 bis 15 Minuten) je etwa 30 bis 40 Stück Ziegel nach, lie gewünschte Menge chargirt hat. — Das Bad fängt bald an zu kochen, während die anfangs schwarz, allmählich lichter und endlich licht erbsengrün, einer guten Hoch-ke ähnlich wird, und dann nur mehr wenig Eisen enthält. Zum Weichmachen kann lose Erze zusetzen. Man erreicht aber denselben Zweck durch Verwendung kohlen-ketts oder Zusatz mehr oxydirter Abfälle. Nachdem die Schlacke licht und das Bad nd heiss geworden ist, schreitet man zur Zugabe der üblichen Zusätze (Spiegeleisen, gan, Ferrosilicium) und verfährt überhaupt im Weiteren ganz so wie bei gewöhnlichen argen. Nur reiche Erze, solche von nicht unter 50 Proc. Eisengehalt, sollen für den rwendet werden, anders tritt die Schlackenmenge sehr hinderlich auf. — Je nach der setzung der Erze empfiehlt sich mitunter die Beimengung von einem oder dem andern wie etwa Kalk, Dolomit, oder die Anwendung von Kalkmilch zum Befeuchten des sches. Dabei wird empfohlen, ungefähr ein Bisilicat anzustreben, welches als g den Process wie die Auflösung der Ziegel im Bade wesentlich fördert. (Vgl. 74.)

euerer Zeit sind eine Menge weiterer Vorschläge gemacht, ohne jedoch nennens-nwendung zu finden.

schprocess. Derselbe beruht wesentlich auf der Entfernung der grössten s Kohlenstoffs und der übrigen fremden Stoffe des Roheisens, namentlich ıms, durch Oxydation. Man verwendet zum Frischen besonders weisses Roh-zwar möglichst kohlenstoffarmes, weil der chemisch gebundene Kohlenstoff en Roheisens leichter verbrennt als der Graphit des grauen Roheisens. Der cess oder das Frischen geschieht: 1) auf Herden (Herdfrischen oder deutscher cess), 2) in Flammöfen (Puddelprocess, Siemens-Martin), oder 3) durch von Luft in das geschmolzene Roheisen (Windfrischen, Bessemern).

rdfrischung. Die Steirischen Frischfeuer werden durch vier Gusseisen-ebildet. Beim Beginn des Betriebes wird in der Herdsohle eine Lage Lösche , sodann eine Schaufel zerkleinerter Frischschlacke nachgestreut, die Herd-nahe zur Form mit Lösche gefüllt, unter der Form eine kleine Grube ausge-und endlich Holzkohle aufgetragen. Bei der steirischen Rohstahlarbeit wird eizen der Massel und das Frischen des Roheisens in demselben Feuer gleich-lzogen.

Arbeit beginnt mit dem Anheizen der Massel vom letzten Rennen; der Dachel wiegt ; er wird in 12 oder 10 Massel zerschrotten; die Massel werden auf Stäbe von etwa ım Querschnitt angeschmiedet; die Stäbe werden vom Hammer weg in einen Härtetrog durch welchen kaltes Wasser fliesst, und so gehärtet. Es kommen zugleich 3 Massel Gleichzeitig mit diesen 3 Masseln wird schon die erste Flossengarbe von beiläufig Windseite (also an der, der Düse entgegengesetzten Seite) eingelegt. — Das Roheisen rm von Platten in der Dicke von 3 bis 5 cm; mehrere solcher Platten im Gewicht von etwa 60 k werden aufeinander gelegt; die so gebildete Flossengarbe wird in eine ge gefasst und flachliegend in den Herd gehalten. Die Flossengarbe wird allmählich zacken gegen die Windformen gerückt, und es wird sowohl über den Masseln als auch Flossengarbe Stockschlacke auf die Kohlen gestreut. Gegen Ende der Ausheizperiode, mehr 2 Massel im Feuer sind, wird die zweite Flossengarbe mit etwa 40 k Roheisen indseite eingelegt. Ist der Anheizprocess zu Ende, so wird die erste Flossengarbe über die Form gelegt, und wenn das ganze Roheisen dieser Garbe abgeschmolzen ist, mittlerweile näher zur Windform gerückte Flossengarbe in gleicher Weise behandelt. kohlung des Roheisens erfolgt theils durch die unmittelbare Einwirkung der Gebläse-s vor der Form abschmelzende Roheisen, theils durch die Einwirkung der eisenreichen uf das, tropfenweise durch die flüssige Schlacke niedersinkende Roheisen. Sobald die Menge Roheisen eingeschmolzen ist, muss das Feuer schnell zu Ende getrieben werden. sodann die Schlacke in die mit Wasser gefüllte Sintergrube ab, wirft eine Schaufel Schlacke in den Herd und stellt das Gebläse ab. Der Stahldachel reicht vom Boden) cm unter die Windform. Man lüftet den Dachel und lässt in dem Herd $^1/_4$ bis $^1/_2$ hlen; sodann wird derselbe ausgehoben und unter dem Hammer in 10 oder 12 Massel n. Diese Massel werden dann beim nächsten Rennen ausgeheizt. — Ein solches

Rennen dauert 3 Stunden. Der Roheiseneinsatz beträgt 100 k, das Ausbringen etwa 9(
der Dachel wiegt also gegen 90 k; die Erzeugung eines Feuers beträgt sonach 360 k Schmi
bez. Rohstahl in 12 Stunden; auf 100 k Rohstahl werden 18 hl weiche Holzkohle (Fichte
verbraucht.

Der schwedische Frischprocess (die Wallonenschmiede) unterscheidet si
der deutschen Frischung dadurch, dass nur geringe Mengen des Eisens auf einmal in
kommen und das man keine Schlacke zusetzt. Die Entkohlung geht nur durch den Sa
der Luft vor sich.

Der Puddelprocess[1]) (das Frischen im Flammofen). Der Zutritt de
kohlend wirkenden Luft zum Roheisen wird durch mechanische Arbeit herbeig
Diese Arbeit wird gewöhnlich verrichtet durch Rühren *(puddling)* mit der Han
es wird die Rührvorrichtung durch Maschinen bewegt, oder es wird endlich das I
durch Drehung des Herdes ersetzt. Man unterscheidet demnach Handpud
Maschinenpuddeln und Drehpuddeln.

Der Puddelofen besteht wesentlich aus dem durch Feuerung r geheizten
(Fig. 165 u. 166). Zuweilen ist über der Feuerung ein Vorwärmer v angeordnet, de
dem Puddelherd hin durch einen Schieber s abgeschlossen werden kann und mitte
seitlichen Kanals v_1, durch welchen die Beschickung erfolgt, nach aussen führt.

Fig. 165.

Fig. 166.

Kanal v_1 wird aussen durch eine Thür t abgeschlossen. Der Schieber s ist am v
Ende des Vorwärmeherdes v angeordnet und wird zugeschoben, um beim Einsetze
Roheisenmasseln in den Vorwärmeherd ein Eindringen von kalter Luft durch die
nach dem Puddelherd hin zu verhindern. Auf diesen Herd h bringt man eine
von Frischschlacken nebst Hammerschlag und erhitzt die Masse, bis ihre Ob
weich geworden ist. Das zu entkohlende Roheisen wird bis zum Erweichen
sodann mittels einer Krücke über die Herdsohle des Ofens ausgebreitet und unt
währendem Erhitzen umgerührt (gepuddelt). Die seitliche Arbeitsöffnung ka
schlossen und geöffnet werden. Auf dem breiigen Eisen zeigen sich blaue Flä
von brennendem Kohlenoxyd und das Eisen wird zäher und steifer. Der grösst
der sich bildenden Schlacke fliesst vorn im Ofen ab. Nach beendetem Pudd
einigt man das auf der Herdsohle ausgebreitete Eisen zu Bällen, Luppen, und be
unter dem Hammer von der Schlacke.

Beim Zuströmen von Luft bez. der sauerstoffhaltigen Feuergase[2]) zu dem auf de
des Flammofens eingeschmolzenen Roheisen bildet sich Eisenoxyduloxyd, dessen Sauer
Kohlenstoff des Roheisens in Gestalt von Kohlenoxyd entfernt, welches mit bläulicher

---

1) J. 1880, 56; 1881, 32; 1882, 100; 1883, 95; 1884, 95 u. 107; 1885, 53; 18
1888, 261; Explosionen in Puddelöfen: J. 1890, 304; 1892, 180.

2) J. 1881, 35; 1884, 111.

. Mit der fortschreitenden Entkohlung wird die Masse immer strengflüssiger und es h in ihrem Innern Stücke von Schmiedeisen, deren Menge zunimmt und welche mit dem zusammengehäuft und lose aneinander geschweisst werden. Dadurch trennt sich das ehaltige Eisen und wird durch fortgesetztes Umrühren entkohlt. Die neueren Arbeiten rsuchungen des Eisens und der Schlacken in den verschiedenen Stadien des Puddel- (S. 202) haben gezeigt, dass beim Puddeln die Oxydation des gebundenen Kohlenstoffes, Schwefels, Mangans und Eisens mehr durch den gebundenen Sauerstoff der Schlacke uschläge geschieht, als durch den der Luft, welcher nur beim Einschmelzen besonders ist. Anfangs löst das Eisen den unverbundenen Kohlenstoff wieder auf, daher unter ıng des Siliciums als Kieselsäure der Gehalt an gebundenem Kohlenstoff zunimmt und raphit verschwindet. Gleichzeitig oxydirt sich auch ein grosser Theil des Mangans. ıdem diese Feinperiode beendigt ist, tritt die Kochperiode unter Abscheidung von ff und theilweiser Reduction von Eisen ein, wobei sich die abgeschiedenen Eisen- in dem Zustande des Stahls befinden. In der dritten Periode tritt unter weiterer ıg die Bildung des Weicheisens ein und in ihr wird der wesentlichste Theil des Phos- rch Aussaigerung von Phosphoreisen und Ferriphosphat, die in die Schlacke gehen, den.

ɔsphor wird beseitigt, indem man während des Puddelns in das geschmolzene Eisen Schafhäutl'sche Mittel, ein Gemenge von Braunstein, Kochsalz und Thon einträgt. chter trägt Bleiglätte besser zur Oxydation des Schwefels des Roheisens bei als n. Man hat auch durch Zusatz von Flussspath (Henderson's Process), von Jod oder ı Jodverbindungen wie Jodkalium zum geschmolzenen Eisen, Phosphor und Schwefel on Jodverbindungen durch Verflüchtigung zu entfernen gesucht. Andere setzen Soda [1]).

Entphosphorung des Eisens will Gordon (J. 1898) Cer, Thor u. dgl. seltene Erden — Zur Entschweflung will Gauharou (J. 1897) Natriumcarbid zusetzen, Saniter Kalk und Chlorcalcium; letzteres Verfahren ist mit Erfolg im Martinofen versucht 176).

Bestreben, beim Puddelprocess die Handarbeit immer mehr durch mechanische Hülfs- ersetzen, führte zunächst zum Maschinenpuddeln und zur Construction des mecha- uddlers, dann, weil durch mechanische Mittel zum Ersatz der Handarbeit keine voll- efriedigenden Resultate erzielt wurden, zum Drehpuddeln, d. i. der beweglichen Weitaus die meisten Puddelwerke benutzen aber lediglich Handarbeit.

ı verarbeitet das Stab- oder Schmiedeisen, welches durch den Hammer von den befreit worden ist, auf Walzwerken zu Rundeisen, Quadrateisen, zu Blech und Draht; ıht wird gezogen [3]).

Stabeisen, Schmiedeisen, Schweisseisen, ist von hellgrauer Farbe, oder zackigem Bruche. Der Kohlenstoffgehalt beträgt meist 0,1 bis 0,8 Proc., von nur Spuren mechanisch beigemengt sind. (Vgl. Fig. 196 S. 220.)

miedeisen wird im glühenden Zustande in kaltes Wasser getaucht nicht härter und nd bleibt schmiedbar. Es ist weit weicher als das weisse und hellgraue Gusseisen und leicht feilen, mit Meissel, Hobelmaschine u. dgl. bearbeiten; in der Weissglühhitze veich, so dass es geschmiedet und zwei Stücke durch Hammerschläge, durch Walzen sen zu einem einzigen vereinigt werden können. Diese Schweissbarkeit nimmt Wachsen des Kohlenstoffgehaltes ab, die Härte nimmt mit dem Kohlenstoffgehalt zu. ɔffarmes schmiedbares Eisen ist nicht härtbar. — Das durch die Herdfrischung oder ıddeln erhaltene Stabeisen ist mehr oder weniger mit fremden Stoffen verunreinigt. macht das Eisen rothbrüchig, Silicium hart und mürbe (faulbrüchig), Phosphor ıchig, d. h. es lässt sich zwar glühend verarbeiten, bricht aber beim Erkalten schon gen.

h Jüptner (J. 1897) verursacht nur jener Antheil des Phosphors, welcher beim Auf- Metalles in verdünnter Salz- oder Schwefelsäure als Phosphorwasserstoff gasförmig ent- Kaltbruch, während die in verdünnten Säuren unlöslichen Eisenphosphide nur im Falle iemliche Grösse erreichen, bei der Weiterverarbeitung durch Drehen, Bohren u. s. w., e Härte unangenehm werden können. Die Erklärung dieser Erscheinung liegt darin, nach Umständen verschiedener Theil des Gasammtphosphorgehaltes des Eisens und h in Form von Körnchen von Eisen- oder Manganphosphid abgeschieden hat, während

. 1885, 53 u. 60; 1892, 188.
Vgl. J. 1875, 89; 1877, 52, 1124; 1884, 106.
Vgl. Karmarsch-H. Fischer: Handbuch der chemischen Technologie (Leipzig, ner). 1888.

der Rest des Phosphors mehr oder weniger gleichmässig durch die Grundmasse verthe Während dieser letztere Antheil, der durch verdünnte Säuren als Phosphorwasserstoffg wickelt wird, einen mächtigen Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften des Materials sind die durch die Grundmasse vertheilten und von derselben eingeschlossenen Theilch Phosphide ohne Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften des Materials. Da das M phosphid zweimal so viel Phosphor enthält, als das Eisenphosphid, muss die Abscheidu Phosphidkörnchen durch die Gegenwart von Mangan erleichtert werden, d. h. das Manga der schädlichen Wirkung des Phosphors entgegenwirken.

Das Puddelverfahren hat wesentlich an Bedeutung verloren, ja es wird wahrscheinli drängt durch das Siemens-Martinverfahren und das Bessemerverfahren (S. 202). Wie schw erscheint auch die Verarbeitung von 350 k Eisen im Puddelofen gegen die von 1500 der Birne.

Flusseisen. Neuerdings wird Schmiedeisen auch gegossen (Mitisguss). An seits liefert das Siemens-Martinverfahren und das Bessemerverfahren (S. 202) Massen von Eisen gleicher chemischer Zusammensetzung, wie Schmiedeisen, zum schied von Schweisseisen — Flusseisen genannt.

In Chemnitz ist seit 1890 eine Anlage zum Schmelzen von Schmiedeisen in E deren Leistungen sehr befriedigen. Die Giessereianlage umfasst 4 nach Art der I schmelzöfen halb in den Fussboden eingebaute Schmelzöfen. Jeder Ofen (Fig. 167 wird mit 6 Tiegeln von je 60 k Inhalt besetzt, von denen gleichzeitig zwei auf G gebracht werden. Die durch feu Deckel geschlossenen Tiegel T stehe weise in den Verbrennungskammern, d durch lose aufliegende, mit Beobach öffnungen versehene Deckel gesc sind. Die Heizung erfolgt durch Mi und zwar ist die aus gusseisernen Oel bestehende Verbrennungsvorrichtung Vorderwand des Ofens eingebaut. I wird aus dem Oelbehälter zunächs an der vorderen Seite befindlichen des oberen gusseisernen Oeltroges zug aus welchem es durch ein Ueberlaufrohr b in den Napf des nächsten Oeltroges u. s. w.; durch das Ueberlaufrohr des untersten Napfes gelangt das überfliessen nach dem Ablaufgefäss G. Die Verbrennungsgase durchstreichen unmittelbar den Oelkammern die Mischkammer K, in welcher sie mit der aus den Kanälen strömenden vorgewärmten Luft gemischt werden. In einem besonderen Einsa wird der aus reinstem Schweisseisen bestehende Schrott in nussgrosse Stücke zerk und erhält nur bei Stahlgüssen entsprechende Zuschläge von Manganeisen u. s. w im Tiegel geschmolzene Metall ist von einer schwachen Schlackenschicht bedeck flüssig und so weiss, dass die Giesser und die sonst beim Giessen anwesenden P tiefblaue Brillen tragen müssen.

Fig. 167.

Fig. 168.

Es entsprechen die Eigenschaften des Mitisgusses der Formgebung nach am dem Rothguss; das Mitismetall ist beim Giessen ausserordentlich geschmeidig, so dass zierliche Formen gut ausfüllt und die gegossenen Stücke scharfe Abmessungen besitze sprechend der angewandten sehr hohen Wärme ist das Schwinden im Nachsaugen sehr er Die sonstigen Eigenschaften entsprechen genau denjenigen des Schmiedeisens. In de fläche zeigt der gegossene unbearbeitete Stab grob krystallinisches Korn; bei der ersten tung ist er sehr weich; er lässt sich leicht mit Feile und Meissel bearbeiten, da die s gegossenen, geschmiedeten oder gewalzten Stücken vorhandene härtere Oberflächenha Ausserdem erträgt er jede Bearbeitung mit dem Hammer; man kann ihn kalt ausrec Feder abhämmern oder auch wie Nieteisen zusammenstauchen. Die Dehnbarkeit d gemachten Mitisgusses ist unbegrenzt, seine Schweissbarkeit gleich der des am lei schweissbaren Eisens. Die Festigkeit gegossener Stäbe beträgt rd. 26 k/qmm, die

c., die Contraction rd. 20 Proc. Wird jedoch das Material unter dem Hammer warm niedet, so nehmen jene Eigenschaften ganz bedeutend zu. Man kann dann ohne keit eine Bruchfestigkeit von 40 k/qmm, eine Dehnung von 20 Proc. und eine Conon 50 Proc. erzielen, also etwa die gleichen Zahlen, die für bestes, zähestes Schweissen (J. 1892).

h Wedding (J. 1896) macht man das Flusseisen um so kohlenstoffreicher, je mehr Festigkeit auf Widerstand gegen Abnutzung ankommt. So wählt man solches zu nguss mit 0,3 C, 0,35 Si, 0,8 Mn; für Maschinentheile mit 0,5 C, 0,2 Si, 0,5 Mn; für Stücke (Herzstücke, Cylinder u. s. w.) mit 0,8 C, 0,25 Si und 0,6 Mn; für Walzen mit Si, 0,7 Mn; für Kanonenlafetten mit 0,39 C, 0,32 Mn, 0,56 Si; zu Getrieben für grosse e mit 0,55 C, 0,20 Si, 0,85 Mn. Flusseisenwaaren zeichnen sich Gusseisenwaaren isen gegenüber durch viel grössere Zugfestigkeit (bez. 12 und bis 70 k auf 1 qmm) und ung aus (meist 43 bis 60 k Zugfestigkeit, 14 bis 30 Proc. Dehnung und 40 bis 47 Proc. ttsverminderung). Wenn Zähigkeit besonders in Rücksicht kommt, so gibt man 36 Festigkeit bei 27 bis 40 Proc. Dehnung und 40 bis 70 Proc. Querschnittsverminderung, wenn bei nahezu Verzichtung auf Dehnung Festigkeit die Hauptsache ist, an 70 k und ir letztere. Man kann jetzt Waaren von einigen Kilogramm und solche von über 50 t herstellen bei Benutzung mehrerer Flammöfen, deren jeder durchschnittlich 15 t, 0 bis 22 t Fassungsraum hat. Schwierigkeiten beim Giessen macht die grössere ng des Flusseisens (6 und mehr Proc. gegen 3 bis 4 Proc. beim Gusseisen), welche die on Lunkern im Inneren herbeiführt, ferner die grosse Fähigkeit des Flusseisens, um Vasserstoff zu absorbiren, je heisser und kohlenstoffärmer dasselbe, in Folge dessen üsse entstehen, durch Zusatz von Mangan, Silicium oder Aluminium einzuschränken erhindern. Während Mangan dem Eisen eine grössere Absorptionsfähigkeit ertheilt, i niederer Temperatur, d. h. beim Erstarren sich weniger Gase ausscheiden, so halten und Aluminium die Gase absorbirt und wirken noch mehr als Mangan darauf hin, dass nräume sich vermindern (vgl. J. 1897, 239). Es muss jedoch neben Silicium oder Alunmer Mangan (als Ferromangan zugesetzt) vorhanden sein, weil dasselbe den vom Eisen menen und die Festigkeit beeinträchtigenden Sauerstoff vollkommener wegnimmt, als und Aluminium.

5) Siemens-Martinverfahren.

m Siemens-Martinverfahren geschieht die Entkohlung des Roheisens durch von Eisenerz und Eisenabfällen in einen Siemens'schen Flammofen (vergl. Fig. 169 (S. 198) zeigt den Durchschnitt eines solchen Ofens für 7 t mit Wärmefür Gas und Luft (S. 73). Schonwälder (J. 1892) setzt die Auflager des auf besondere Träger. Man unterscheidet, wie beim Bessemerverfahren, Ofen em [1]) und mit basischem Futter.

r mit Dinassteinen gefütterte Ofen wird durch mehrere Tage bis zur Schmiedmelzhitze langsam erhitzt, wobei sich die Herdsohle zu erweichen beginnt, lann behufs Verdichtung mit Eisenschlägeln bearbeitet wird. Dieser Vorgang igemal wiederholt, damit die Sohle während des Betriebes keine Risse bekomme. bringt man das Roheisen ein. Damit der im Roheisen befindliche Kohlenstoff erbrenne, benützt man manganhaltiges graues Roheisen, dessen Silicium- und gehalt den Kohlenstoff vor der Verbrennung schützt. Gewöhnlich pflegt die nmenge 10 bis 55 Proc. der ganzen Post auszumachen. Das geschmolzene und lacke bedeckte Eisen prüft man mit einem Haken, wobei die etwa noch nicht lzenen Theile in die Mitte des Metallbades gezogen, die an der Sohle haftenden ber vorsichtig abgelöst werden. Ist das Roheisen vollkommen geschmolzen, so t man das Metallbad und beginnt mit dem Zusatz der Stahlschienenenden und n Stahlabfälle. Die Schienenabfälle werden gewöhnlich partienweise im er-Zustande eingetragen. Man legt zuerst die grösste Partie ein und schliesst die amit das überhitzte Bad die Abfälle langsam auflöst. Sollte die inzwischen ent-

---

Vgl. J. 1892, 185; 1893, 243; 1897, 212.

stehende Schlacke das Metallbad übermässig bedecken, so wird sie durch die A thüre abgezogen. Diese Schlacke enthält nämlich nicht nur die aus dem R stammende SiO_2, sondern nimmt auch die aus der Ofenfütterung und dem Ofeng

Fig. 169.

abgeschmolzenen Theile auf; sie ist in Folge dessen übermässig sauer, sehr zäh, be Temperatur eisenarm und graufarbig. Eine schwärzliche FeO-reiche Schlack darauf hin, dass die Temperatur im Ofen nicht genügend hoch war. Nach jed gabe und Schmelzung einer Abfällepartie wird das Metallbad aufgerührt. Ist di Abfallpartie geschmolzen und hat an der Oberfläche des Metallbades das Blas aufgehört, was ein Zeichen ist, dass der grösste Theil des Kohlenstoffs verbrannt wird eine Schöpfprobe genommen; das Probeklötzchen wird durch Ausschmied Biegen im gehärteten und ungehärteten Zustande wie bei dem Bessemern unt Hat das Eisen die gewünschte Beschaffenheit, so wird abgestochen. Den dieses Siemens-Martinprocesses z. B. auf dem Walzwerke in Graz zeigt f Tabelle: siehe S. 199.

Das basische Herdschmelzverfahren[1]) zur Entphosphoru von grosser Bedeutung geworden, nachdem man das basische Futter aus Magnes Dolomit herstellen kann. Fig. 170 bis 172 zeigen einen geeigneten Ofen für von 12 t. Das aus saurem Steinmaterial hergestellte Gewölbe wird von dem Ofengerüste getragen, während der obere saure Theil der Herdwände aus einzel Kasten eingemauerten Theilen besteht, die nach Bedarf, z. B. bei Ausbesserung Ofens, um die an dem Ofengerüst drehbaren Arme *a* zurückgeklappt oder ganz wechselt werden können. Durch diese Einrichtung werden die basischen Her entlastet, was von grösstem Einfluss auf die Dauer des Ofens ist, weil das meiste b Material gegen Druck äusserst empfindlich ist. Die basischen Steine bestehen a gebranntem Dolomit, gemischt mit wasserfreiem Theer. Der obere auswech

1) J. 1885, 55; 1887, 349; 1888, 267; 1889, 241; 1890, 309 u. 312; 1891, 189; 189 1897, 211 u. 228.

Einsatz	Eisen			Schlacke					
	C	Mn	Si	SiO_2	Al_2O_3	MnO	FeO	CaO	MgO
1. Einsatz, bestehend aus: Vordernberger Roheisen (weiss), Löllinger Roheisen (grau), Stahlenden.									
h dem Einschmelzen	1,13	0,14	0,01	42,56	1,46	28,39	27,47	Sp.	—
2. Einsatz, bestehend aus: Radreifen, Drehspänen, altem Kesselblech, Altschienen.									
h dem Schmelzen des 2. Einsatzes	0,69	0,11	—	42,94	1,53	22,23	31,47	—	—
). 3. Einsatz, bestehend aus: Altschienen.									
. . . .	0,27	0,13	—	48,03	1,76	18,48	30,15	0,78	—
). Probe	0,20	0,12	—	47,87	2,34	19,53	29,99	—	—
). Probe	0,12	0,08	—	48,90	2,01	19,37	28,88	—	—
). Zusatz von 120 k Silicium-mangan.									
nittsprobe des fertigen Eisens.	0,31	0,45	0,01	49,63	—	20,89	25,42	—	—

Fig. 170.

Fig. 172.

Fig. 171.

Theil der Wände wird aus gewöhnlichen sauren Steinen gebildet, die von dem basischen Futter durch eine Lage von Chromeisenstein oder etwas Retortenkohle, mit Kalk oder Magnesia und Theer gemischt, getrennt sind.

Ist der Ofen gehörig angeheizt, so breitet man auf dem Herde 5 bis 10 Proc. des Eisensatzes gebrannten Kalk oder die entsprechende Menge Kalkstein aus und setzt dann das Roheisen und die Eisen- und Stahlabfälle ein. Nach Schmelzung der Stoffe lässt man die wallende e so lange unberührt, bis sie sich von selbst beruhigt, und zieht sie urch die Thüre ab. Zeigt die Schöpfprobe, dass der Phosphor noch nicht men ausgeschieden ist, so füllt man neuerdings Kalkstein nach und gibt zur

Beförderung der Oxydation des Phosphors entweder reine Eisensteine oder mi gebundenen Walzensinter in Form von gebrochenen Ziegelstücken in das bad. Wenn das Metallbad vollkommen zu kochen aufhört, rührt man es auf un die von Neuem gebildete sehr zähe Schlacke ab; wenn sich das Material jetz gewünschten Härtegrad entsprechend erweist, so gibt man in das Metallbad zu Desoxydation Ferromangan, zum Zwecke der Entgasung aber, wenn sich eine nöthig erweisen würde, Ferrosilicium zu. Das letztere wird häufig erst in der hinzugefügt.

Zeigt sich das Metallbad sehr kochend, dann kommt sowohl das Ferromang auch das Ferrosilicium im erwärmten oder kalten Zustand in die Pfanne: wenn ab Metallbad sich matt zeigt, so gibt man entweder nur das eine abschliessende M oder beide im geschmolzenen oder erwärmten Zustand zu. Nach dem Eintragen Metallbad aufzurühren, damit die Vermischung eine vollkommene sei. Die Men verwendeten Ferromangans pflegt gewöhnlich 1,2 bis 1,6 Proc. der aufzuarbei Eisenmaterialien auszumachen. Die Ferrosiliciummenge schwankt gleichfalls zw 1,2 bis 1,6 Proc. Statt Ferromanganzusatz verwendet man vielfach 0,01 bis 0,02 Aluminium für Stahl, für Flusseisen 0,01 bis 0,1 Proc. Der Aluminiumzusatz gross zu machen, dass das in der Kelle befindliche Metall sich merklich weder heb senkt, wobei man lieber einige kleine Blasen wie die grossen Hohlräume hat (J. 219). Krupp (J. 1896) will zur Desoxydirung Aluminium oder Magnesium zus Bewährt hat sich die Kohlung mit Kohlenpulver (S. 209).

Nach dem Abstiche ist so wie beim sauer gefütterten Ofen die Sohle des A herdes von anhaftenden Eisen- und Schlackentheilen zu reinigen; die ausgefre Stellen werden je nach ihrer Beschaffenheit entweder mit trockenem Dolomit mit Magnesitmehl ausgebessert; die Stichöffnung wird gereinigt, abgeschlossen, w die neue Beschickung beginnen kann. Die Dauer einer Schmelze nimmt 5 bis 7 St in Anspruch; die Zeitdauer hängt im Allgemeinen von der Grösse des Metallbad sie kann bei einem grossen Metallbad auch 12 Stunden betragen. (Vgl. J. 1898,

Das basische Martinverfahren ist besonders empfehlenswerth für Eisen, welc arm an Phosphor ist, um in der basischen Bessemerbirne verarbeitet zu werden, a reich daran, um für den sauren Process Verwendung finden zu können, also für ei eisen, welches zwischen 0,1 und 1,5 Proc. an Phosphor enthält. (Vgl. J. 1893,

Thomasschlacke im Martinbetrieb lässt sich nach Thiel (J. 1898) er durch die Vertheilung der Frischarbeit auf zwei Oefen, indem man im oberen Ofen den Pr satz an Kalk bez. Kalksteinzuschlag sehr niedrig bemessen kann, da eine vollkommene phosphorung nicht angestrebt wird. Dadurch erzielt man eine phosphorsäurereiche, kiesel reiche und verhältnissmässig eisenarme Schlacke, also ein in Folge seiner chemische sammensetzung und des dadurch bedingten hohen Procentsatzes an citratlöslicher Phospho wirksames Düngemittel. —

Bei Mitverwendung von Eisenerzen werden 20 bis 75 Proc. des darin enthaltenen als Flusseisen gewonnen (J. 1893, 250). Zu einem Versuche wurden z. B. verwendet:

5000 k Roheisen,
1200 „ Erze,
650 „ Kalkstein,
25 „ Ferromangan.

Das Roheisen enthielt:

Silicium	2,10 Proc.
Mangan	2,74 „
Phosphor	0,062 „
Kohlenstoff	2,94 „
Kupfer	st. Spur
Schwefel	0,015 „

Rotheisenstein hatte folgende Zusammensetzung:

Kieselsäure	8,76	Proc.
Thonerde	1,49	„
Kalk	3,80	„
Magnesia	0,75	„
Phosphor	0,11	„
Schwefel	Spur	
Kupfer	Spur	
Mangan	0,57	„
Eisen	59,68	„

erhaltene Schlacke:

Kieselsäure	25,20	Proc.	
Thonerde	2,13	„	
Kalk	38,85	„	
Magnesia	11,77	„	
Phosphor	0,37	„	
Schwefel	Spur		
Manganoxydul	11,95	„	
Eisenoxydul	11,45	„	(Fe = 8,84 Proc.)

Flusseisen enthielt:

Silicium	0,067	Proc.
Mangan	0,360	„
Phosphor	0,019	„
Kohlenstoff	0,231	„

fassende Versuche wurden an einem Martinofen für 5 t mit basischer Zusetzung rt, indem 2 Beschickungen aus 60 Th. Roheisen, 30 Th. Stahlschrott und piegeleisen, und eine dritte aus 70 Th. Roheisen, 30 Th. Stahlschrott und iegeleisen geschmolzen wurden. Nachdem die Masse in Fluss war, wurde jede ınde eine Metall- und eine Schlackenprobe herausgenommen, ausserdem eine ıprobe, A, nachdem die Beschickung zu 1/3 und eine zweite, B, nachdem sie nolzen war, untersucht:

.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	Stahl
ff .	1,760	1,680	1,390	1,260	0,840	0,510	0,400	0,220	0,090	0,075	0,075	0,070	0,140
. .	0,075	0,075	0,070	0,090	0,080	0,060	0,060	0,040	0,035	0,030	0,018	0,010	Spur
. .	1,400	1,370	1,320	1,110	0,990	0,900	0,810	0,700	0,620	0,460	0,180	0,085	0,075
. .	0,100	0,100	0,115	0,090	0,100	0,080	0,090	0,075	0,085	0,100	0,125	0,120	0,370
. .	0,180	0,169	0,162	0,150	0,145	0,140	0,145	0,147	0,137	0,133	0,120	0,111	0,089

chlacke	A	B	1	2	3	4	5	6	7	8	13
re	14,40	—	23,60	—	—	—	—	—	—	—	17,40
l	6,81	0,40	0,73	3,80	0,77	0,90	2,60	2,30	1,60	1,17	1,64
lul	44,20	21,50	8,07	6,75	7,28	6,21	6,35	7,38	4,77	5,31	4,53
. . . . .	6,80	—	7,00	—	—	—	—	—	—	—	7,50
ydul	2,04	—	8,15	—	—	—	—	—	—	—	4,60
. . . . . .	14,00	—	38,10	—	—	—	—	—	—	—	44,00
. . . . .	0,84	—	1,28	—	—	—	—	—	—	—	2,80
säure	10,00	—	12,45	—	—	—	—	—	—	—	15,75
n	38,90	17,09	6,79	7,93	6,10	5,40	6,90	7,41	4,80	4,90	4,63

Die Ausscheidung der Stoffe aus dem Eisen in dem basischen Flammof basischen Birne und dem Puddelofen ist in den Schaulinien, Fig. 173 bis 17 gestellt. Die Vorgänge in dem basischen Flammofen haben, wie die Linien zeig grösste Aehnlichkeit mit denen im Puddelofen. Die Phosphor- und Schwefellini laufen in gleicher Weise, ein schied besteht nur in der der abgeschiedenen Stoffe. dem Siemens'schen Ve werden 18 bis 19 Proc. de phors mehr abgeschieden Puddelofen, während um dieser 5 Proc. des Schwefel oxydirt als ein basischer I ofen. In beiden Oefen we den beiden ersten Zeiteinheit das ganze Silicium und Ma die Schlacken übergeführ etwa 40 Proc. Phosphor e Die Linien, welche die Oxy

Fig. 173.

Fig. 174.

Fig. 175.

in der basischen Birne anzeigen, nehmen einen ganz andern Verlauf als die des bas Flammofens, obwohl die Resultate gleich sind, welche durch die Oxydation e werden. Nur die Siliciumlinie gleicht denen der anderen Processe. Die Absch des Kohlenstoffs im basischen Flammofen ist so unregelmässig, dass dieselbe nicht eine Linie dargestellt werden konnte.

6) Bessemerverfahren.

Bei dem von J. Bessemer[1]) in Sheffield im J. 1856 erfundenen Verfahr Stahlbereitung (Bessemern, Windfrischen) wird in flüssiges Roheisen gepresste G luft geleitet, wobei sich dann ohne Zuthun besonderen Brennstoffes durch Verb von Silicium, Mangan und Eisen eine zur Unterhaltung des Processes hinreichen Temperatur erzeugt und Ferrosilicat sich bildet, welches Oxyduloxyd aufnim wie bei den anderen Frischprocessen dadurch oxydirend auf den Kohlenst sonstige fremde Beimengungen wirkt. Phosphor wird nur beim basischen fahren, Schwefel in nur sehr geringer Menge, Kupfer, Nickel und Kobalt werd

1) J. 1885, 76; 1886, 125; 1887, 363; 1890, 305; 1894, 209; 1897, 226.

eschieden. Dabei setzt man den Oxydationsprocess entweder so weit fort, miedeisen, bez. Flusseisen sich bildet, und verwandelt dieses dann durch n reinem kohlenstoffreichen und manganhaltigen Roheisen (Spiegeleisen, Ferro- in Stahl, oder man entfernt den Kohlenstoff nur so weit, das gerade Stahl Während beim Bessemern 15 t Roheisen nur 10 bis 20 Minuten Zeit er- bedarf es zur Verarbeitung von 15 t Roheisen beim Herdfrischen etwa 4 Wochen, deln 4 Tage.

Apparat besteht aus einem birnenförmigen Gefäss (Retorte, Frischbirne, ter) von Eisenblech, innen mit feuerfester Masse ausgekleidet und um zwei te Zapfen drehbar. Eine für 15 bis 18 t Roheisenfüllung bestimmte Birne hat en lichten Durchmesser von 2,62 m, eine lichte Höhe von 4,44 m und einen Durchmesser von 3,353 m. Der hohle Windzapfen *A* (Fig. 176) ist durch n an dem mittleren, den Converter umschliessenden Ring befestigt. *B* ist der en, *C* der Kuppelungszapfen, durch eine Stopfbüchse mit dleitung luftdicht verbunden ch eine Anzahl rechteckiger en *D* tritt der Wind aus dem es Zapfens in den Ringkanal welchen sich nach unten die blech hergestellte Rohrleitung iesst, welche in die unter dem *H* befindliche Windkammer et. Von hier bläst die Luft , mit je 10 Bohrungen von lichtem Durchmesser versehe- en *J* von 146 mm äusserem sser in den Converter. Oft an auch mehr Düsen.

Fig. 176.

m Betriebe wird die Birne ge- gewärmt, hierauf werden 5 bis n aus dem Hochofen (vgl. S. 170) Flammöfen *F* (Fig. 177 S. 204) bolöfen geschmolzen in einer Rinne durch den Hals der um etwas mehr als 90° n Birne *A* (in Fig. 177 links punktirt angedeutet) so in dieselbe eingelassen, dass nicht in die Düsenöffnungen im Boden eintritt und diese verstopft. Hierauf wird e aufgerichtet und der Wind angelassen, welcher eine so starke Pressung (1,4 bis .) haben muss, dass er dem in die Düsenöffnungen eindringenden Eisen hin- l Widerstand leistet und sich in feinen Strahlen darin vertheilt. In der damit nden ersten Periode (Fein- oder Verschlackungsperiode) oxydiren sich rzeugung einer den Schmelzpunkt des Schmiedeisens übersteigenden Temperatur , Mangan und ein Theil Eisen, es entsteht eine aus Eisen- und Manganoxydul- bestehende Schlacke und der Graphit geht in chemisch gebundenen Kohlenstoff ne dass erhebliche Mengen davon verbrennen. Als Kennzeichen zur Beur- des fortschreitenden Processes dienen hauptsächlich die Beschaffenheit der aus dung *B* in den Schornstein *CD* tretenden Flamme, der Funken und des Aus- sowie auch das Verhalten der Flamme im Spectroskope und das Aussehen ge- er Proben. Während etwa der ersten 4 Minuten ist keine Flamme sichtbar, gt sich in den folgenden beiden Minuten eine kleine gespitzte Flamme und nach Minuten eine unstäte Flamme mit Explosionen, während in diesen drei Zeit-

punkten mittels des Spectroskops anfangs ein schwaches continuirliches Spectru
Funken glühenden Metalles, dann ein helles Spectrum mit Natriumlinienblitze

Fig. 177.

zuletzt ein helles Spectrum mit bleibender Natriumlinie, rother Lithiumlinie und
Kaliumlinien hervortritt.

Mit den Explosionen beginnt die zweite Periode (die Eruptions- oder K periode), in welcher durch das jetzt reichlich gebildete Eisenoxyduloxyd der K stoff verbrannt wird, in Folge heftiger und reichlicher Kohlenoxydgasbildung die aufsteigt (kocht) und Schlacken- und Eisentheilchen lebhaft aus dem Halse der B geworfen werden. Die Flamme wird hell und dicht, dann nach unten hell und n dicht, während vor dem Spectroskop neben den erwähnten Linien helle Kohlen linien in Roth, Grün und Blau, dann die hellen Kohlenoxydlinien in Grün deut hervortreten. Nach etwa 14 Minuten von Beginn des Processes an ist diese P beendigt, in der nun folgenden dritten Periode (Garfrischperiode) ist da ruhiger geworden, die Eruptionen haben aufgehört und es wird neben dem noch ständigen Kohlenstoff viel Eisen verbrannt, welches sich, indem die Flamme w hell und kleiner wird, an einem lebhaften Funkenregen zu erkennen gibt. Mi Verschwinden der Flamme und dem Uebergang der grünen Kohlenoxydlinie i continuirliches Spectrum ist der Kohlenstoff nach etwa 18 bis 20 Minuten verb und oxydirtes Eisen da. Das Eisen ist am Ende der dritten Periode als entk Eisen (als Schmiedeisen) vorhanden. Will man nun Stahl darstellen, so wir

g bei abgestelltem Winde die Birne geneigt und durch deren Hals so viel manganreiches Spiegeleisen oder Ferromangan hinzugesetzt, dass man Stahl bestimmten Kohlenstoffgehalt erhält. Hierauf richtet man die Birne wieder lässt sich entweder die Massen nur mischen oder leitet noch einen Augenblick ren Mischens wegen Wind durch. Nun wird die Birne gekippt (rechts) und tene Stahl in die Giesspfanne *T*, und von dieser mittels des hydraulischen *P* in die Formen gegossen. Durch Getriebe *p* und Räder *S* und *R* kann der n seinen Zapfen *Q* gedreht, mittels *qr* die Pfanne *T* gekippt werden. Die d *V* soll den Arbeiter schützen, das Gegengewicht *U* die Platte *P* im Gleich-halten. —

rikanische Stahlwerke arbeiten mit niedrigem Siliciumgehalte. Folgende Zu-ellung zeigt den Gang einer Hitze und die dazu gehörende Schlacke in South

	Metall					Schlacke								
	C	Si	S	P	Mn	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	CaO	MgO	P	S
. .	3,10	0,98	0,06	0,101	0,40	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sec.	2,94	0,63	0,06	0,104	0,09	42,40	5,63	4,31	40,29	6,54	1,22	0,36	0,008	0,009
Sec.	2,71	0,33	0,06	0,106	0,04	50,26	5,13	0,96	34,24	7,90	0,91	0,34	0,008	0,009
Sec.	1,72	0,03	0,06	0,106	0,03	62,54	4,06	1,93	21,26	8,79	0,88	0,34	0,010	0,014
Sec.	0,53	0,03	0,06	0,107	0,01	63,56	3,01	2,63	21,39	8,88	0,90	0,36	0,014	0,008
Sec.	0,04	0,02	0,06	0,108	0,01	62,20	2,76	2,90	17,44	13,72	0,87	0,29	0,010	0,011
. .	4,64	0,35	0,00	0,139	14,90	—	—	—	—	—	—	—	—	—
. .	0,45	0,04	0,06	0,109	1,15	—	—	—	—	—	—	—	—	—

. 178 zeigt diese e in Schaulinien; gleich zeigt Fig. 179 lischen Typus mit Anfangstemperatur nem Siliciumgehalt, den deutschen mit hoher Anfangs-ur und hohem Sili-alt, Fig. 181 den lischen Typus mit m Siliciumgehalt und nfangstemperatur. — herzusehen war, ver-die kleinen Mengen andenen Silicium und nicht der schnellen on des Kohlenstoffes nzuwirken, ungeach-sehr niedrigen An-nperatur. Die hohe temperatur der deut-und schwedischen lässt die Verbrennung

Fig. 178.

Fig. 179.

Fig. 180.

Fig. 181.

des Kohlenstoffes sofort eintreten, bei den englischen dagegen steigt in Fol niedrigen Temperatur und des hohen Siliciumgehalts anfangs der Kohlenstof (vgl. J. 1890, 325). Tholander macht auf den Stickstoffgehalt des Besseme aufmerksam.

Dahlems hat den Bessemerprocess in vier schwedischen Hütten ana verfolgt.

	Langshyttan	Nykroppa	Bangbro	Westa
Roheisen.				
Kohlenstoff	3,94	4,35	4,00	4,2
Silicium	1,14	0,88	1,02	1,0
Mangan	0,64	1,15	1,83	5,1
Metall.				
I. Probe Zeit	2 Min. 15 Sec.	2 Min. 30 Sec.	3 Min.	4 Min. 1
Kohlenstoff	4,02	4,01	4,03	4,0
Silicium	0,04	0,10	0,03	0,4
Mangan	0,12	0,15	0,22	3,2
II. Probe Zeit	4 Min. 30 Sec.	5 Min. 30 Sec.	4 Min. 45 Sec.	8 Min. 3
Kohlenstoff	1,10	1,00	0,90	1,3
Silicium	0,03	0,05	0,03	0,1
Mangan	0,12	1,15	0,12	0,8
III. Probe Zeit	5 Min. 30 Sec.	6 Min. 30 Sec.	5 Min. 45 Sec.	9 Min. 2
Kohlenstoff	0,05	0,08	0,10	0,5
Silicium	0,01	0,04	0,03	0,0
Mangan	0,06	0,08	0,09	0,4
Schlacke.				
I.				
Eisenoxyd	34,72	13,50	14,20	4,2
Manganoxyd . . .	13,95	29,76	26,31	46,3
Magnesia	0,24	0,23	0,22	0,5
Kalk	2,60	0,42	0,62	1,2
Thonerde	0,78	2,28	2,86	3,0
Kieselsäure . . .	48,76	53,26	55,26	45,8
II.				
Eisenoxyd	21,08	9,34	18,52	6,2
Manganoxyd . . .	13,48	23,70	31,01	52,2
Magnesia	0,30	0,28	0,14	0,2
Kalk	3,25	0,60	0,38	0,7
Thonerde	0,98	3,90	2,70	2,4
Kieselsäure . . .	59,82	62,34	47,20	39,0
III.				
Eisenoxyd	35,82	30,60	31,19	9,4
Manganoxyd . . .	12,29	21,39	25,43	48,9
Magnesia	0,21	0,21	0,11	0,4
Kalk	2,35	0,38	0,32	1,0
Thonerde	0,72	2,14	2,24	2,9
Kieselsäure . . .	48,48	44,54	40,50	37,6

Die Kleinbessemerei in Birnen von 300 bis 600 k Inhalt hat in Deuts noch wenig Eingang gefunden (J. 1894, 211; 1896, 147; 1898, 146).

Beim basischen Verfahren[1]) wird die Birne mit aus einem Gemiscl stark gebranntem Dolomit und wasserfreiem Theer gepressten Steinen ausgesetz auswechselbare Boden wird aus derselben Masse um den Düsen entsprechende hö

1) Vgl. J. 1880, 33 u. 66; 1881, 37 u. 46; 1882, 106; 1883, 101, 129 u. 136; 188 1885, 81; 1886, 141; 1887, 362; 1888, 263; 1893, 261; 1894, 201; 1896, 143; 1897, 233.

rne Nadeln herum eingestampft. Der Boden hält 25 bis 40, die Seiten- 150 bis 200 Hitzen aus. Man gibt in die vorgewärmte Birne gebrannten va 10 Proc. des Eisens, lässt das iessen und bläst.

von den Hochöfen gelieferte nicht gleichmässig. Er ist daher tlicher Fortschritt, das Eisen aus höfen in Roheisenmischer) abzulassen, aus welchen dann nerbirnen gefüllt werden [1]). Der fasst 100 bis 150 t Roheisen. swerth ist hier die Abscheidung efel als Schwefelmangan (J. 1891, 3, 269; 1894, 194 u. 201).

Roheisen für das basische Ver- oll folgende Zusammenstellung

Fig. 182.

Phosphor	1,90 bis 2,70 Proc.
Mangan	1,10 „ 2,00 „
Silicium	0,20 „ 0,50 „
Kohlenstoff	3,20 „ 3,60 „
	6,40 bis 8,80 Proc.

onders soll der Siliciumgehalt nicht über 0,5 Proc. betragen (J. 1896, 156). ıkener (J. 1884, 140) zeigte, dass zunächst der Gehalt an Silicium und abnimmt, dann der an Kohlenstoff und endlich der an Phosphor und Mangan, letztere nicht schon mit dem Silicium verschwunden ist. Die Entfernung offe ist die Folge ihrer Oxydation und der Eigenschaft der Oxydationsproducte, dem flüssigen Eisen zu sondern, was aber nur dann vor sich gehen kann, wenn abscheidenden Stoffe unter den obwaltenden Umständen nicht wesentlich auf zersetzend einwirken. Versuche ergaben, dass der Kohlenstoff wesentlich als xyd entweicht, mit einem nur geringen Gehalte an Kohlensäure, welcher so be- st, dass die Sauerstoffabgabe der Kohlensäure an das Eisen ausgeglichen wird ie Kohlenstoffabgabe des Kohlenoxydes an das Eisen. Der Phosphor wird zu rsäure oxydirt, gleichzeitig mit so viel Eisen, dass ein phosphorsaures Eisen- entsteht, in welchem 3 At. Eisen auf 1 Mol. Phosphorsäure enthalten sind. rbindung der Phosphorsäure mit geringerem Eisengehalte kann sich aus dem Eisen nicht absondern, da sie von demselben zersetzt werden würde. Das wird in Kieselsäure übergeführt, welche wie die Phosphorsäure als Oxydul- ıng in die Schlacke geht, wohl auf 1 Mol. Kieselsäure 1 At. Eisen oder Mangan nd. Der in die flüssige Masse eintretende Sauerstoff wird zunächst sämmtliche theile derselben verbrennen, mit denen er gerade in Berührung kommt und zwar rascher, je höher die Temperatur (J. 1897, 228); aber von den entstehenden ungen können nur solche unzersetzt bleiben, welche mit der flüssigen Masse zu- beständig sind. So lange Silicium vorhanden ist, vermindert sich der Kohlen- ılt nicht; es wird entstehendes Kohlenoxyd zersetzt werden unter Bildung von und Kohlenmetall. Das Siliciumeisen wirkt so reducirend, dass es aus dem n Eisenoxydulsilicat einen Theil des Eisens zu Metall reducirt. Das leichter are Phosphat kann nicht bestehen bleiben: es zersetzt sich mit Siliciummetall

J. 1894, 196; 1896, 146; 1897, 233.

zu Silicat und Phosphormetall; eine Abnahme des Phosphors findet nicht statt, so Silicium vorhanden ist. Aehnlich wie durch Silicium der Phosphor wird das durch Mangan vor Oxydation geschützt; das Hauptproduct der Oxydation ist zu zweifach kieselsaures Manganoxydul. Nach der Entfernung des Siliciums kann K oxyd auftreten mit einem gewissen Gehalte an Kohlensäure, welcher sich mit Ab des Kohlenstoffes im Eisen etwas vermehren wird. Phosphorsaures Mangan Eisenoxydul bildet sich noch nicht in erheblichem Maasse, aber doch schon in d merkbarer Menge: das entstehende wird grösstentheils durch das noch vorh Kohleneisen reducirt. Diese Reduction kann nur unter der Annahme dem Ge von Kohlenoxyd und Kohlensäure zugeschrieben werden, dass die reducirende des Gasgemenges bei Steigerung der Temperatur erheblicher wächst als die des K eisens. Gegen die Annahme, dass Kohlenoxyd reducirend auf phosphorsaures oxydul wirke, spricht ferner der geringe Phosphorgehalt des aus den verschi Schlacken ausgesuchten metallischen Eisens. Ist Kohleneisen das Reductionsmi trifft das entstehende Phosphoreisen gleich mit Eisen zusammen und es ist Veranlassung vorhanden zur Bildung von an Phosphor reichem Eisen. Ist der K stoff verschwunden, so geht die Absonderung des phosphorsauren Eisens vo Das Schwefeleisen bleibt auch nach der Entphosphorung unzersetzt. Nach des Spiegeleisens nimmt der Phosphorgehalt des Eisens durch Reduction von phorsaurem Eisenoxydul durch Kohleneisen zu. Fig. 183 zeigt diese Verände des Eisens und Fig. 184 die der Schlacke bei einem Versuche in Hörde (vgl. S.

Fig. 183.

Fig. 184.

Nach Hilgenstock (J. 1886, 129) ist das vierbasische Kalkphosphat, C der Träger des basischen Verfahrens. Bei einem Roheisen, welches mit 3

r, 1 Proc. Mangan, 0,15 Proc. Silicium, 2,7 Proc. Kohlenstoff und 0,15 Proc. in die Birne gelangt, ist das Silicium sehr bald fort, es beginnt die Ver- des Kohlenstoffes und mit ihr die Oxydation des Mangans und auch des rs, so dass nach der Entkohlung des Bades dasselbe noch 0,01 bis 0,02 Proc. 0,10 bis 0,15 Proc. Kohlenstoff, 0,2 bis 0,3 Proc. Mangan, 1,5 bis 2 Proc. r, 0,10 bis 0,12 Proc. Schwefel enthält. Nach der nunmehr beginnenden Ent-ungsperiode, während welcher meistens ein Kühlen des Metalles nöthig werden gt das Bad 0,008 bis 0,01 Proc. Silicium, 0,06 bis 0,14 Proc. Kohlenstoff, 0,25 Proc. Mangan, 0,05 bis 0,07 Proc. Phosphor, 0,08 bis 0,09 Proc. , aber auch schon bis 0,3 Proc. Sauerstoff.

h der Reduction des Bades durch Ferromangan führt dasselbe als fertiger 008 bis 0,01 Proc. Silicium, 0,10 bis 0,20 Proc. Kohlenstoff, 0,35 bis 0,45 Proc. 0,06 bis 0,09 Proc. Phosphor, 0,04 bis 0,06 Proc. Schwefel.

ermochemie des Bessemerverfahrens ist noch etwas unsicher (vgl. 46).

Scheibler'sche Verfahren mit zwei Schlacken hat sehr wenig Anwendung (J. 1886, 41; 1894, 203).

Schlacke[1]. Das basische Verfahren liefert jährlich etwa 1 Million Tonnen mit 30 bis 37 Proc. phosphorsaurem Kalk; ihre Nutzbarmachung für die hschaft ist daher von höchster Bedeutung. Anfangs wurde sie in der ver-sten Weise verarbeitet, jetzt wird sie lediglich möglichst fein gepulvert, da sich hat, dass sie in diesem Zustande bereits bodenlöslich ist. (Ausführlich bei ttel.)

Rückkohlung des entphosphorten Eisens mit fester Kohle[2] ders für das basische Eisen wichtig. Als Kohlungsmaterial eignet sich Holz- d Koks oder ein Gemenge von t Kokspulver. Etwa 85 Proc. der ten Kohle werden von dem Stahl men, die übrigen 15 Proc. ver- oder verbrennen, so dass, wenn l durchflossen ist, auch aller Koks ist. In der Praxis wird der Koks Stahl schon verzehrt, ehe alles s Filter gegossen ist. Der Rest es wird dann direct in die Pfanne . Die Vorrichtung zum Kohlen chmolzenem Eisen des „Phönix" us einem trichterförmigen Eisen-älter *A* (Fig. 185), welcher zum en des Koks dient, und der spfanne *B*. Diese besteht aus sernen, mit Futter ausgekleideten , dessen Boden oder Seitenwan- mit Durchlassöffnungen versehen Behufs Vornahme der Kohlung Behälter *A* mit einer dem ge-

Fig. 185.

[1] J. 1882, 35 u. 38; 1883, 51; 1884, 40; 1885, 22; 1886, 129; 1887, 279; 1888, 233; ; 1890, 244; 1892, 140.

[2] J. 1889, 240; 1890, 320; 1894, 226; 1897, 177 u. 237; 1898, 159.

wünschten Kohlungsgrad entsprechenden Menge Koks beschickt. Sodann lässt aus der über der Kohlungspfanne befindlichen Sammelpfanne *C* so viel flüssiges in die Kohlungspfanne fliessen, dass die Auslassöffnung etwa 100 mm hoch bedec Hierauf öffnet man den Schieber *a* mittels des Hebels *b* und lässt das Kohlungsma allmählich zu dem ebenfalls weiter in die Kohlungspfanne fliessenden Eisen gela Das gekohlte Eisen fliesst durch den durchlochten Boden oder die Oeffnung i Seitenwand in die unter der Kohlenpfanne befindliche Giesspfanne *E* ab, aus welc dann in gewöhnlicher Weise zu Blöcken gegossen wird. Ferromangan, gemiscl Kalk und Kohle, soll gleichzeitig die Entschweflung bewirken (1897, 237).

Für die Ausbreitung des basischen Verfahrens in Deutschland war besonders die che Betriebsaufsicht durch die sogen. Schnellmethoden wichtig. Wohl kein Thomaswerk heute, in welchem nicht alle Rohstoffe vor Verbrauch untersucht werden und welches fertigen Producte versendet, bevor deren chemische Bestandtheile bekannt wären. Das b gewaltige Massen von Untersuchungen im Laboratorium, die nur zu bewältigen sind durc grosse Anzahl von Leuten, gute Einrichtungen für Massenbetrieb und durch gute Schnellmet So wurden in einem Laboratorium eines grösseren Thomaswerkes, in der Zeit vom 1. Ju bis 1. Januar 1897, bei 133 000 t (8351 Sätze) Erzeugung durch 3 Chemiker, 6 Gehilfe 7 Hilfsarbeiter für Entnahme von Proben, Zerkleinerung derselben u. s. w. 59 076 chemisch untersucht. Das entspricht einem Durchschnitt von täglich 400 Untersuch Darunter befanden sich 170 Mangan-, 70 Schwefel-, 90 Phosphor- und 70 andere Bestimm wie Kohlenstoff, Phosphorsäure, Aschen u. dgl. Dass, um solche Massen zu bewältige nächst im Laboratorium neben dem nothwendigen Raume die Apparate für jeden einzelnen batterieweise aufgestellt sein müssen und in Bezug auf Gefässe, Wiegevorrichtung u. s. grösste Ordnung herrschen muss, dazu zur Vorbereitung der Proben alles in mechanis triebenen Vorrichtungen vorhanden sein muss, ist selbstverständlich. In dem erwähnten L torium besteht zu diesem Zwecke eine eigene Locomobile für Abdampfvorrichtungen und der Zerkleinerungsapparate. Vor allen Dingen aber müssen die Untersuchungsmethode einfachungen erfahren, die gestatten, in bedeutend kürzerer Zeit und mit weniger Arbeitsa genügend genaue Resultate zu geben, als dieses früher der Fall war. Phosphor, Schwefel phorsäure, Kohlenstoff u. s. w. werden maassanalytisch bestimmt, und so kommt es, da spielsweise in dem angezogenen Laboratorium alle vorhin genannten 400 Bestimmun einem Tage in nachfolgenden Zeitabschnitten, jedesmal vom Einbringen der Probe ab Abgabe der Zahlenresultate gerechnet, fertiggestellt werden: Mangan in Roheisen 4½ St in Stahl 3 Stunden; Schwefel in Roheisen 12, in Stahl 10 Stunden; Phosphor in Roheise Stahl 4 Stunden; Kohlenstoff in Roheisen 6 Stunden, in Stahl 45 Minuten; Silicium 20 St Phosphorsäure in 3 Stunden; Asche in 5 Stunden u. s. w. Daraus folgt die praktische N wendung, dass kein Material die Hütte zu verlassen braucht, ohne dass dessen chemisc sammensetzung bekannt sei. Will man eine der vorgenannten Untersuchungen für einen S fall besonders rasch haben, so ist eine Feststellung des Mangans in Stahl in 20 Minut Schwefels in 2 Stunden, des Phosphors in 30 Minuten, des Kohlenstoffs in 30 Minute Siliciums in 30 Minuten und der Phosphorsäure in 1 Stunde zu erledigen. Dazu komme 10 000 Zerreissproben. (Vgl. 1896, 146; 1897, 232.)

7) Stahl.

Der Stahl unterscheidet sich vom Roh- und Schmiedeisen durch seinen K stoffgehalt, vom Roheisen durch seine Schweissbarkeit, vom Schmiedeisen durch Schmelzbarkeit, und von beiden durch seine Härtbarkeit. In Bezug auf den K stoffgehalt liegt er in der Mitte zwischen Roheisen und Schmiedeisen.

Der in früherer Zeit direct aus den Erzen dargestellte Stahl, der Rennstahl Wolfsstahl, wenn er durch Verschmelzen der Erze in Herden erhalten, und Ose oder Blasestahl, wenn der Stahl in Blau- oder Blasöfen dargestellt worden wa indische Stahl oder Wootz wird in Indien noch heutzutage direct aus den Erze gestellt (S. 222).

Frischstahl durch theilweise Entkohlung wird erhalten durch das Bes verfahren (S. 203) und das Siemens-Martinverfahren (S. 197), in geringen Mengen den Puddelprocess (S. 194) als Flammofenfrischstahl und durch das Herd

(vgl. S. 193) als Herdfrischstahl. Letzteres Verfahren ist noch üblich
gen, Siegerland und Steiermark.

hlungsstahl. Die zweite Hauptstahlart, der Kohlungsstahl (Cementstahl),
ch anhaltendes Glühen von Stabeisen mit kohlehaltigen Stoffen, welche häufig
Stickstoff enthalten, dargestellt. Die Eisenstäbe werden schichtweise mit
ehaltigen Pulver (Cementirpulver) in thönerne Kästen eingelegt, diese werden
verschlossen. Zwei solcher Kästen sind in einem Ofen angebracht, der mit
en, selten mit Holz gefeuert wird und 1 bis 3 Wochen in der Rothglut bleibt,
an ihn erkalten lässt und die in Stahl verwandelten Stäbe herausnimmt. Ein
hält etwa 15 t Eisen. Durch Molekularwanderung dringen so bis 5 Proc.
off ohne Schmelzen des Eisens ein, die Einwirkung von Gasen tritt dagegen
ück [1]).

Arnold (J. 1898) zeigt die Kohlenstoffdiffusion beim Cementiren zwei verschiedene
„Eindringens" des Kohlenstoffes: Eindringen einer Substanz, entsprechend $Fe_{24}C$, und
en. Eindringen von normalem Carbid Fe_3C und Subcarbid $Fe_{24}C$. — Das Eindringen
und Eisen ist rascher und erfolgt bei niederer Temperatur wie dasjenige von Fe_3C
. — Das Eindringen von $Fe_{24}C$ und Fe beginnt bei etwa 750° und fällt mit der Gasent-
im Vacuum aus dem Eisen zusammen. Das Eindringen von Fe_3C und $Fe_{24}C$ kann
beginnen, bevor etwa 950° erreicht werden. Diese Resultate scheinen zu erklären,
öglich ist, Eisen bis zum Sättigungspunkt (etwa 0,9 Proc. C) bei einer Temperatur von
mentiren, dass es aber unmöglich ist, übersättigte Stangen von hoher Nummer herzu-
vor die Kistentemperatur 950° erreicht, wie es in der Praxis der Fall ist.

rbstahl. Sowohl der Roh- als auch der Cementstahl sind sehr ungleichartig
en sich daher nicht direct verarbeiten, sondern müssen vorher durch Gerben
finiren gleichartig gemacht werden. Das Gerben geschieht dadurch, dass man
Stäbe zu dünnen flachen Stäben ausreckt, diese rothglühend in kaltes Wasser
hrere davon zu einem Bündel (eine Zange oder Garbe) zusammenlegt, weiss-
macht und dann wieder unter dem Hammer oder zwischen Walzen ausreckt.
bstahl führt, weil er auch zu Tuch- und Schafscheeren verwendet wird, den
cheerenstahl. Das Gerben eignet sich besser für den Rohstahl als für
entstahl, bei dessen Raffination das Umschmelzen geeigneter ist.

ssstahl. Der Gussstahl, welcher zur Darstellung von Kanonen, Glocken,
n-Radreifen, Ankern, Gewehrläufen, Pumpenstangen und als Werkzeugstahl
ung gefunden, wird durch Umschmelzen von Frischstahl (Herdfrischstahl,
enfrischstahl), Martinstahl, Bessemermetall oder Kohlungsstahl dargestellt.
weckmässige Auswahl des einzuschmelzenden Materials lässt sich jede ge-
Beschaffenheit des Gussstahls erlangen. Das Schmelzen des Stahles
t in feuerfesten Tiegeln (ohne Gebläse) entweder bei Glühfeuer von Koks
ttels Steinkohlenflammenfeuer in nach Art der Gasöfen construirten Flammen-
en oder endlich mit Gasfeuerung und Siemens'schen Regeneratoren. Der
lzene Stahl wird in eiserne Barrenformen gegossen. Nach dem Erkalten
die Stahlbarren wieder glühend gemacht und unter Hämmern oder zwischen
ausgestreckt; das so bearbeitete Metall heisst alsdann raffinirter Guss-

Deutschland hat sich die Gussstahlfabrikation hauptsächlich auf das Ruhrsteinkohlen-
oncentrirt, und die bedeutendste Fabrik dort und wohl überhaupt der ganzen Erde ist
r. Krupp in Essen, deren Hauptmaterial Puddelstahl ist.

Schweissmittel für Gussstahl dient ein Gemisch von Borax mit Salmiak und
nsalz. — Die elektrische Schweissung wird neuerdings öfter angewendet
252; 1890, 336; 1892, 194; 1894, 353; 1896, 277).

hlschmelzen mit Elektricität (J. 1894, 353 u. 356; 1896, 276).

J. 1879, 134; 1881, 35; 1882, 105; 1886, 151.

Bemerkenswerth sind die Saigerungserscheinungen[1]) bei Gussblöcke… Stahlblock hatte z. B. oben und unten folgende Zusammensetzung:

	Kopf	Boden
Eisen	98,304 Proc.	99,038 Proc.
Kohlenstoff	0,760	0,350
Silicium	Spur	Spur
Schwefel	0,187	0,044
Phosphor	0,191	0,044
Mangan	0,558	0,514

Fig. 186.

Flusseisen und Stahlgüsse enthalten nicht selten … räume[2]), namentlich enthält die äussere Schicht zahlreiche B… (Fig. 186). Die ferner im Innern vertheilten Blasen en… während der fortschreitenden Erkaltung, haben eine birnenf… mit der Spitze nach aussen gekehrte Gestalt und bild… Reihe *b*, während die das sog. Lunkern bezeichnenden Hohl… in der Mitte des Gusses liegen und von oben nach unten abn… *a* und *b* entstehen durch die Ausscheidung der im flüssigen… aufgelösten Blasen *c* in Folge der Verdichtung des Eisen… Uebergang in den festen Aggregatzustand. Gegen die Bild… Gase ist mit mehr oder minder Erfolg Mangan, Silicium, Alu… und Magnesium verwendet.

Verstählen. Oftmals ist es hinreichend, weiches… nur auf seiner Oberfläche in Stahl zu verwandeln. Diese V… lung oder Einsatzhärtung wird ausgeführt, indem man… verstählenden Gegenstand auf der Oberfläche mittels Smirgel… ihn mit einem kohlehaltigen Cementirpulver einschichtet … einem gewöhnlichen Windofen ohne Gebläse glüht. An de… fläche verwandelt man das Eisen in Stahl, indem man dass… glühenden Zustande mit Blutlaugensalzpulver oder mit ein… menge von Thon und Boraxpulver überstreut.

Für die chemische Zusammensetzung des St… ist besonders der Kohlenstoffgehalt wichtig; so hat Werkze… meist 0,9 bis 1,1 Proc. Kohlenstoff (J. 1888, 274). Die Ab… keit der Härte, Festigkeit und Dehnung vom Kohlensto… folgende Zusammenstellung:

Nr.		Härtung	Festigkeit k/qmm		Dehnung Proc.		Kohlenstoffge…	
1	extra hart	besonders	80 bis	105	9 bis	5	0,65 bis	0,[illegible]
2	sehr „	sehr gut	75	80	12	9	0,60	0,[illegible]
3	hart	gut	70	75	15	12	0,50	0,[illegible]
4	„	nimmt Härtung an	65	70	18	15	0,45	0,[illegible]
5	halbhart	desgl.	60	65	20	18	0,35	0,[illegible]
6	weich	wenig	55	60	22	20	0,30	0,[illegible]
7	„	nimmt keine	50	55	24	22	0,25	0,[illegible]
8	sehr weich	Härtung an	45	50	26	24	0,20	0,1[illegible]
9	extra „	wird rissig	40	45	28	26	0,15	1,1[illegible]
10	extr. extr. weich	durch Härtung	35	40	32	28	0,10	0,[illegible]

Kohlenstoff im Eisen[3]) findet sich theils als Mn_3C, besonders aber als Fe_3C… scheinlich auch zuweilen als FeC_4 und Fe_3C_2, im Stahl auch in Form von Diamanten.

Das Carbid des geglühten Stahls ist nach Mylius eine definirte chemische Verbind… der Zusammensetzung Fe_3C, welche in der Stahlsubstanz als solche vorhanden ist und wäh… Isolirung keine Veränderung erfährt. Die chemische Individualität des Carbids wird b… durch die fractionirte Lösung der Substanz, welche die Zusammensetzung derselben nicht… Das Carbid Fe_3C ist in warmer Salzsäure vollständig unter Gasentwicklung löslich; kohlig…

---

1) J. 1882, 32; 1884, 98, 102 u. 120; 1893, 266; 1894, 141; 1895, 138; 1896, 166… 239 u. 243.

2) J. 1882, 94; 1883, 32; 1884, 121; 1887, 138; 1888, 224.

3) J. 1888, 222; 1886, 120 u. 148; 1888, 216; 1894, 229; 1896, 109, 114; 1897, 161…

ıren von Verunreinigungen her. Die mit Salzsäure entwickelten Gase bestehen ɪils aus Wasserstoff; eine Analyse ergab z. B.:

Wasserstoff	92,3 Proc.
Kohlenwasserstoffe	6,3 „
Stickstoff	1,4 „

dampfförmige Kohlenwasserstoff bestand aus Gliedern der Reihe C_nH_{2n+2} und hatte ıhre Dichte des Pentans. Das Eisencarbid ist nicht unzersetzt schmelzbar und zerfällt · Glühhitze in Kohle und kohlenstoffhaltiges Eisen. Das letztere enthielt bei einem 4,6 Proc. Kohlenstoff. Warren fand bei der elektrolytischen Lösung des C.

Formen des Kohlenstoffes unterscheidet man:

ärtungskohle. Beim Auflösen in verdünnter Salz- oder Schwefelsäure entweicht ls stark riechendes Kohlenwasserstoffgas; beim Auflösen in kalter Salpetersäure von Gew. bildet dasselbe zunächst einen tiefschwarzen Rückstand, der sich beim Schütteln ı, in der Ruhe in einigen Minuten ohne sichtbare Gasentwicklung löst und beim Er- Lösung auf 100° allmählich gasförmig entweicht, wobei die durch die gelösten Kohlen- ıdungen dunkelgefärbte Lösung zunehmend lichter wird.

ewöhnliche Carbidkohle. Beim Erhitzen mit starken Säuren entweicht diese on in Form von Kohlenwasserstoffen. Löst man die Metallprobe in stark verdünnter Salpetersäure bei gewöhnlicher Temperatur, so hinterbleibt eine graue oder braune ırbid), die aus einzelnen silberglänzenden Körnchen besteht, die sich getrocknet schon tnissmässig niedriger Temperatur entzünden.

raphitische Temperkohle wird selbst durch kochende Säure weder gelöst noch gt, sondern bleibt als fast reiner Kohlenstoff zurück. Sie ist schwarz, glanzlos tändig amorph und kann durch Glühen unter oxydirenden Einflüssen, ja nach non selbst durch Glühen im trockenen Wasserstoffstrome gänzlich aus dem Eisen ent- len.

raphit verhält sich gegen Säuren, wie die Temperkohle und unterscheidet sich von nur durch die Krystallisation. Man nimmt gewöhnlich an, dass der Graphit von · Salpetersäure nicht angegriffen werde; dies ist jedoch nicht richtig, da er hierbei zwar aber vollständig oxydirt wird, ein Verhalten, welches man seit Jahren bei der ɪstimmung in grauem Roheisen nach der Chloratmethode benützt. Ebenso verhält sich ch die Temperkohle.

h Osmond[1]) treten Eisen und Kohlenstoff im schmiedbaren Eisen in zwei enen Formen auf. Der Uebergang aus der einen in die andere Form ist bei der Er- des Eisens durch eine Bindung, bei der Erkaltung durch ein Freiwerden von Wärme Im glühenden Eisen befindet sich der Kohlenstoff im gelösten Zustande; bei der Ab- geht er eine wirkliche chemische Vereinigung mit dem Eisen ein. Diese Umwandlung sich in einer Temperatur zwischen 660 und 700° und verräth sich durch die in dieser ur stattfindende Wärmeentwicklung; sie tritt naturgemäss am deutlichsten in dem Stahle auf und verliert an Deutlichkeit, je mehr der Kohlenstoffgehalt sich verringert. ühlen weissen Roheisens dagegen geht nur ein verhältnissmässig kleiner Theil des ge- hlenstoffs in die Form des chemisch gebundenen über. Beim Erhitzen des kalten aren Eisens zerfällt umgekehrt die Eisenkohlenstoffverbindung, der Kohlenstoff löst sich und ein Wärmeverbrauch ist die nächste Folge dieser Umwandlung. Die Temperatur, ıer sich dieser Vorgang vollzieht, liegt um 30 bis 40° höher als diejenige, bei welcher der Abkühlung die entgegengesetzte Umwandlung stattfand. Bei plötzlicher Abkühlung ı Stahles durch Ablöschen in Wasser verharrt der Kohlenstoff in der gelösten Form; ärmen (Anlassen) solches rasch abgekühlten Stahls beginnt der Kohlenstoff, sobald die ur von 200° erreicht ist, allmählich wieder in die chemische Verbindung mit dem Eisen ıen.

beiden Formen des Eisens werden als α-Eisen und β-Eisen bezeichnet werden; α-Eisen langsam abgekühlten Eisen vor, bei der Erhitzung geht es in β-Eisen über, während i der Abkühlung des glühenden Eisens wieder die andere Form annimmt. Die ur, wo bei der Abkühlung diese Umwandlung beginnt, ist beim galvanisch niederge- n Eisen etwa 855°, und bei ungefähr 700° ist die Umwandlung beendet; diese Temperatur t um so tiefer, je reicher das Eisen an Kohlenstoff wird, und im Stahle mit etwa 0,8 Proc. ɔff fällt sie vollständig mit derjenigen zusammen, bei welcher die Kohlenstoffform sich

---

[1]) J. 1887, 365; 1888, 222; 1890, 328; 1896, 170.

ändert. Beim Ablöschen glühenden Stahls wird die Umwandlung der Eisenform nicht min die der Kohlenstoffform behindert; abgelöschter Stahl enthält demnach nicht α-Eisen, s β-Eisen, und dieses β-Eisen ist es, welches ihm seine eigenthümlichen Eigenschaften ve Die Rolle des Kohlenstoffs bei der Härtung ist demnach nur eine mittelbare: seine Anwes im Eisen verhindert bei der Abkühlung den Uebergang der β-Form in die α-Form. Im k stoffarmen Eisen kann deshalb auch bei einer sehr plötzlichen Abkühlung jene Umwandlu harten β-Eisens in das weiche α-Eisen nicht ganz vermieden werden, und umgekehrt bel sehr kohlenstoffreichen weissen Roheisen auch bei langsamer Abkühlung der grösste Th Eisens die β-Form bei, es bleibt hart. — Beim Anlassen des gehärteten Stahls sich mit der Kohlenstoffform auch die Eisenform um; aber ein Theil des β-Eisens bleibt im zurück, bis die Temperatur auf 660° gestiegen ist; daher verringert sich die Härte beim A weniger rasch als die Sprödigkeit.

Die Elemente, deren Einwirkungsart auf Eisen man kennt, können nach Atomvolumen in zwei Reihen geordnet werden.

I	Atomvol.	II	Atomvol.
Kohlenstoff	3,6	Chrom	7,7
Bor	4,1	Wolfram	9,6
Nickel	6,7	Silicium	11,2
Mangan	6,9	Arsen	13,2
Kupfer	7,1	Phosphor	13,5
		Schwefel	15,7

Die in erster Reihe angeführten Elemente, deren Atomvolum niedriger ist als d Eisens (7,2), verursachen beim Abkühlen eine Verzögerung der Verwandlung des β-Eis α-Eisen und von Härtungskohlenstoff in Eisencarbid. Daher haben diese Elemente die Ne unter sonst gleichen Umständen die Menge des β-Eisens in dem abgekühlten Eisen oder St vermehren und in Folge dessen das Metall härter zu machen; sie sind in der That Ursach mehr oder weniger starken Härtung des Eisens. Andererseits haben die Elemen Reihe II, deren Atomvolum grösser ist als das des Eisens, die Neigung, das Verhältniss, beim reinen Eisen auftritt, herbeizuführen; in Folge dessen machen sie beim Erhitzen d wandlung von α-Eisen in β-Eisen mehr oder weniger unvollkommen und beschleunigen w des Abkühlens die Bildung von Eisencarbid. Sie halten somit das Eisen bei h Temperatur in der α-Form und verhindern den Uebergang in die β-Form beim Abkühle sind somit theoretisch eine Ursache der Schmiedbarkeit und Weichheit des Metalls, ä wie das Ausglühen. Fremde Elemente von niedrigem Atomvolumen haben demnach die Ne das Eisen in die Molecularform zu bringen oder darin zu erhalten, in welcher es selber sein kl Atomvolumen besitzt. Entgegengesetzte Wirkung haben Elemente mit höherem Atomvo — Letztere Angaben werden von anderer Seite bestritten.

Ueber die Härtungsvorgänge sind folgende Theorien aufgestellt:

Theorie	Zustand von Kohlenstoff und Eisen bei hoher Temperatur, der durch plötzliche Abkühlung erhalten bleibt und die Härte bedingt.	Vertreter d Theorie
I. Kohlenstofftheorie	1. Kohlenst. in normalem Zustande (graphitisch?) gelöst (in Ionen zerlegt?) in Eisen	Ledebur
	2. Kohlenstoff in einem harten Zustande (Diamant?) vertheilt (gelöst?) im Eisen	Scott (vers weise)
II. Carbidtheorie	3. Carbid $Fe_{24}C$, welches bei gesättigtem Stahl (mit 0,9 Proc. C) die ganze Masse bildet, bei weicherem Stahl aber im Eisen vertheilt ist	Arnold
	4. Im Eisen vertheiltes Carbid Fe_3C	Sauveur (suchsweise)
III. Allotropentheorie	5. Kohlenstoff, vertheilt (gelöst?) in einer harten Allotropie des Eisens	Osmon und Roberts A
	6. Carbid Fe_3C vertheilt in einer harten Allotropie des Eisens	
IV. Kohlenstoff-Allotropentheorie	7. Carbid von allotropem Eisen	Howe (vers weise)

eingefüge des Eisens. Die mikroskopische Untersuchung von Eisen ist s von Martens[1]) eingeführt und von ihm und Anderen[2]) zu recht beachtens- Vollkommenheit ausgebildet.

sorgfältig blank polirten Eisenflächen werden zur Frkennung der Structur in drei ver- n Weisen behandelt:

Reliefpoliren. Der Schliff wird unter sanftem Druck auf einer Unterlage von mit lirroth befeuchtetem weichem Gummi (oder Pergament) weiter polirt. Die härteren standtheile widerstehen der Wirkung der abschleifenden elastischen Fläche mehr als die n und treten erhaben (in Relief) hervor. Die Methode ermöglicht ohne weiteres ein der Gefügebestandtheile in härtere und weichere (Fig. 187).

Aetzpoliren. Der nach a) reliefpolirte Schliff wird auf Gummi oder Pergament noch olirt und zwar unter Ersatz des Wassers durch Süssholzextract. Hierbei erleiden efügetheile noch eine Färbung, wodurch eine weitere Unterscheidung ermöglicht wird. .)

Aetzen. Der auf Tuch vorpolirte Schliff wird gut entfettet und in ein Aetzbad ge- Dasselbe ist entweder eine Lösung von Jod in Jodkali und Wasser, oder von stark

Fig. 187. V = 90.

ienenstahl. C = 0,41 Proc.; Mn = 0,69 Proc.
lirt. Vertiefter Gefügetheil (Ferrit), ıkante links. Erhöhter Gefügetheil Perlit), Schattenkante rechts.

Fig. 188. V = 90.

Gewalztes Rundeisen (Durchm. 36 mm).
Aetzpolirt. Der vertiefte Bestandtheil ungefärbt (Ferrit), der erhöhte dunkel gefärbt (Perlit).

ter Salpetersäure, oder von mit Alkohol stark verdünnter Salzsäure u. dgl. m. Durch ung erleiden ebenfalls gewisse Gefügetheile Farbänderungen, welche weitere Aufschlüsse gen gestatten.

an unterscheidet:

Ferrit. Kohlenstofffreies oder nahezu kohlenstofffreies Eisen, der weichste aller Ge- tandtheile, der nach dem Reliefpoliren in Bezug auf alle anderen Gefügebestandtheile erscheint. Er wird durch Aetzpoliren oder durch vorsichtiges Aetzen entweder nicht r schwach gelblich gefärbt. Sehr kohlenstoffarmes Eisen besteht nur aus Ferrit. Der- ldet mikroskopisch kleine Körner, so dass das Gefüge Aehnlichkeit mit dem des Marmors t. Sobald der Angriff durch Aetzmittel ein wenig stärker ist, zum Theil auch schon nach nem Angriff bei Anwendung besonderer Aetzmittel (Kupferammonchlorid $^1/_{12}$ bis $^1/_{30}$), er- n auf der Schliffläche der Ferritkörner kleine gesetzmässig angeordnete Eindrücke, sog. ren, wie sie alle krystallisirten Körper bei geeigneter Aetzung aufweisen (Fig. 189). Die er Eindrücke ist am deutlichsten nach Aetzung mit Kupferammonchlorid bei starker Ver- ıng zu erkennen; sie entsprechen Eindrücken, wie man sie mit einem winzig kleinen

---

[1]) Die Untersuchungen sind grösstentheils niedergelegt in den „Mittheilungen aus den Kgl. chen Versuchsanstalten zu Berlin“.

[2]) Vgl. Wedding: Handbuch der Eisenhüttenkunde (Braunschweig 1896); mit sehr Abbildungen; ferner J. 1893, 218; 1894, 161; 1895, 185; 1896, 169; 1897, 169; Stahl en 1899, 710.

Würfel in den verschiedensten Stellungen in einer weichen Unterlage erhalten kann. Fe
reichlich in kohlenstoffarmen Eisen auf, nicht in Eisen mit über 0,8 Proc. Kohlenstoff.

2. Cementit ist reines Carbid Fe_3C, in kohlenstoffreichem Stahl, enthält den Ko
in der Form der „Carbidkohle" und ist der härteste aller Gefügebestandtheile, welcher na
Reliefpoliren in Bezug auf alle anderen Gefügebestandtheile in Relief erscheint. Er ble
dem Aetzen und Aetzpoliren ungefärbt und spiegelblank (Fig. 190).

3. Der Perlit (nach Howe) erscheint nach dem Reliefpoliren erhöht gegenüber Fer
tieft gegenüber Cementit. Durch Aetzpoliren oder Aetzen wird er gelblichbraun bis sch

Fig. 189. V = 1240.

Thomasflusseisen. C = 0,25 Proc. Querschliff durch gegossenen Block.
Detailabbildungen zu Fig. 187 in starker Vergrösserung. Unterscheidung der einzelnen Ferritkörner durch die Aetzfiguren nach Aetzung mit Kupferammonchlorid.

Fig. 190. V =

Thomasroheisen. 108 Stunden in Holzkohl
Reliefpolirt. Cementit in Relief geg
Durch das Glühen ist der ursprünglich
deutlich ausgeprägte Perlit in die typis
von Figur 191 gebracht worden

Fig. 191. V = 1240.

Typus des aus Lamellen aufgebauten Perlits.
Dünne harte Cementitlamellen abwechselnd mit breiteren Ferritlamellen. Thomasroheisen in Holzkohle geglüht.

Fig. 192. V =

Körniger Perlit.
Entnommen aus einem geschmiedeten
von Tiegelstahl mit 0,92 Proc. C. Die ga
bestand aus Perlit.

färbt. Bei sehr starker Vergrösserung (Fig. 191) zeigt er zwei Gefügeelemente, welche l
artig, seltener in Form winziger Körnchen (Fig. 192) mit einander abwechseln. Die
Gefügeelemente unterscheiden sich durch ihre Härte, zuweilen auch durch ihre Färbung.
besteht augenscheinlich aus Ferrit und Cementitlamellen. Eine Abart bezeichnet Osm

Perlit tritt nur in Eisensorten auf, welche den Kohlenstoff vorwiegend als Carbidkohle

Martensit enthält den Kohlenstoff in der Form der Härtungskohle. Sein Kohlen- wechselt, so dass man ihn als feste Lösung des Kohlenstoffs oder des Carbids Fe_3C im fassen kann (J. 1897, 169). Infolge seines verschiedenen Kohlenstoffgehalts zeigt er ne Härte, bleibt aber immer etwas härter als Ferrit und erheblich weicher als Cementit. Aetzpoliren wird es nicht oder schwach gelblich, durch Aetzung meist braun gefärbt.

Fig. 193.

V = 270.

Martensit.

tahl von Böhler. Marke zäh. Gehärtet. nit Salzsäure in Alkohol $^1/_{500}$. Sich e Nadeln. — Die ganze Masse bestand aus Martensit.

Fig. 194.

V = 1240.

Martensit.

Die Nadeln schneiden sich parallel den drei Seiten eines Dreiecks. Weiches Schienenmaterial, abgeschreckt bei 900°. Aetzung mit Salzsäure in Alkohol $^1/_{500}$.

kteristisch gilt der bei starker Auflösung hervortretende nadelförmige Aufbau; die chneiden sich, zum Unterschiede von Perlit, dessen Lamellen immer parallel laufen. u. 194.)

r die Gefügebildung ist die Vergesellschaftung der einzelnen Bestandtheile wesentlich:

Kohlenstoffgehalt des Eisens.

	Kleiner als 0,8 Proc.	0,8 bis 1 Proc.	Grösser als 1 Proc.
A. geschreckt:	Ferrit mit entsprechend dem Kohlenstoffgehalt wachsenden Mengen Perlit.	Nur Perlit.	Perlit mit Cementit.
B. schreckt:	Ferrit mit Martensit. Die Menge des letzteren ist abhängig von der Abschreckungstemperatur und vom Kohlenstoffgehalt des Eisens. Bei genügend hoher Abschreckungstemperatur können auch kohlenstoffärmere Eisensorten ausschliesslich aus Martensit bestehen.	Nur Martensit.	Martensit und Cementit.

ch Osmond (C. r. 121, 684) enthält Eisen mit mehr als 1 Proc. Kohlenstoff tzlicher Abkühlung von hoher Temperatur Austenit, ein mikroskopischer theil von nur geringer Härte, anscheinend eine Lösung von Kohlenstoff in Eisen.

Jüptner (Oesterr. Bergh. 1898, 575) versucht eine Lösungstheorie von Eisen und Stahl. schmolzenes kohlenstoffreiches Eisen (d. h. eine gesättigte Lösung von Kohlenstoff in ngsam abgekühlt, so muss sich der überschüssige Kohlenstoff abscheiden. Diese Ab- g erfolgt krystallinisch, und zwar als Graphit.

Der Graphit, welcher in dem noch flüssigen Metalle abgeschieden wird, steig seines geringen spec. Gewichtes an die Oberfläche und bildet den sog. „Garschaum der in der bereits erstarrten Metallmasse abgeschiedene Graphit in derselben entweder gleichmässig oder in gruppenweiser Anordnung vertheilt erscheint. Nur in dem k peraturintervalle nahe dem Erstarrungspunkte, wo durch plötzliche Volumänderung d eine starke innere Spannung hervorgerufen wird, sind die Bedingungen vorhanden, un die Abscheidung des Kohlenstoffes als Diamant stattfinden könnte.

Bei 1030° sind nur mehr 1,5 Proc. Kohlenstoff gelöst, was annähernd der Fo entspricht; in einem beim Schmelzpunkte mit Kohlenstoff gesättigten Eisen, das 4, enthält, müssen somit 3,13 Proc. Graphit abgeschieden worden sein. Da nun bei 700 nur mehr 0,90 Proc. C zu lösen vermag, was der Legirung $Fe_{24}C$ entspricht, so mus diesen beiden Temperaturen abermals Kohlenstoff abgeschieden werden. Nun gelangt mehr reiner Kohlenstoff, sondern das Carbid Fe_3C (bezw. seine Polymerien) zur Aus Ziemlich gleichzeitig mit diesem Carbide scheint auch Phosphid (Fe_3P, bez. Mn_3P kleiner Körnchen ausgeschieden zu werden. Bei der weiteren Abkühlung zerfällt di (oder Lösung) $Fe_{24}C$ abermals in ein blätteriges Gemenge von zwei oder drei Bestandt

a) (wenigstens annähernd) reines Eisen: Ferrit.

b) Eisencarbid, Fe_3C, bez. eine Polymerie: Cementit, und

c) ein anscheinend weniger C-reicher Bestandtheil, über dessen Zusammensetz Näheres bekannt ist (Sorbit), der aber wahrscheinlich als letzter Rest der Mutterla fassen ist.

Bei kohlenstoffärmeren Eisenlegirungen fallen natürlich bei der Abkühlung die d C-Gehalten entsprechenden Erscheinungen fort. Stahl mit 0,12 Proc. C und 99,8 fängt etwa bei 750° an, reines Eisen (Ferrit) abzuscheiden. Bei Stahl mit 0,25 I 99,75 Proc. Fe beginnt die Abscheidung von Ferrit etwa zwischen 700 und 750°. In a Fällen bildet der Rest die Mutterlauge, welche bei höheren Temperaturen als Martens bei niederen Temperaturen aber zu einem mehr oder weniger blätterigen Gemenge Cementit und Sorbit zerfällt.

Aehnlich wie der Sorbit bei niedrigeren Temperaturen sich als Zwischenprodu Ferrit und Cementit ablagert, scheidet sich bei höheren Temperaturen zwischen Martensit ein anderes Zwischenproduct, der Troostit, ab. Nach Campbell tritt das in verschiedenen Polymerien von der allgemeinen Formel C_nFe_{3n} auf. Die wichtigste sind: C_2Fe_6, C_3Fe_9, C_4Fe_{12} und C_5Fe_{15}. In Stahl mit weniger als 1,3 Proc. C überw mit steigendem Kohlenstoffgehalte wächst die Menge an C_2Fe_6, und gehärteter St grössere Mengen von letzterer Verbindung zu enthalten, als derselbe Stahl in ausgeg stande; die Zusammensetzung des ausgeschiedenen Carbides hängt also von der Ab temperatur ab. Da angenommen werden kann, dass die zur Abscheidung gelangende wenigstens in den meisten Fällen, schon als solche in der Lösung vorhanden ware Vermuthung nahe, dass die Polymerisation schon in der „Mutterlauge", im Martensit, Dieser Martensit wird daher als Lösung des Eisencarbides in Eisen oder als eine d wasserhaltigen Salzen ähnliche Verbindung C_nFe_{3n}, Fe_{18n} (wie Campbell annimmt werden.

Wird nun eine Eisen-Kohlenstofflegirung von einer höheren Temperatur plötzlic so hat man es mit einer unterkühlten Lösung zu thun, bei welcher die der Abs temperatur entsprechenden Zustände dauernd fixirt wurden. Dies sind die Vorgä beim Härten des Stahles auftreten. Beim Erwärmen ausgeglühten Stahles verlaufen d in umgekehrter Ordnung, indem die einzelnen Abscheidungsproducte der Reihe nach Auflösung gelangen und das bereits gelöste Eisencarbid sich mit steigender Tempe mehr depolymerisirt. Nur beim Eisencarbid scheint, wenn dasselbe lange Zeit einer ziemlich hohen Temperatur ausgesetzt wird, eine Ausnahme hiervon einzutreten, hierbei in Temperkohle und kohlenstoffärmeres Eisen zerfällt. Ob die Bildung der T auch umgekehrt bei der langsamen Abkühlung geschmolzener Eisen-Kohlenstoff- stattfindet, ist noch nicht nachgewiesen; wahrscheinlich erfolgt sie jedoch nur dan Metall lange Zeit auf der Dissociationstemperatur des Carbides erhalten wird.

Es ist wahrscheinlich, dass, wo Graphit zur Abscheidung gelangt, auch element stoff in Lösung ist, während in jenen Fällen, in welchen Carbid ausgeschieden wird, schon in der Lösung vorhanden gewesen sein dürfte. Beim Schmelzpunkt würde reiches Eisen aus Austenit und Graphit (vielleicht neben Martensit) bes sinkender Temperatur nimmt die Menge des Austenits ab, die des Martensits aber zu mehr des gelösten Kohlenstoffs verbindet sich mit dem Eisen zu Carbid. Bei etwa mit 1,5 bis 1,6 Proc. C) beginnt die Abscheidung des Cementits und zwischen 700 überhaupt aller Austenit verschwunden. Der Austenit müsste dann auch die Mutt

ıs welcher die Temperkohle zur Abscheidung gelangt. Somit würde sich die kohlen- Eisenlegirung schon bei sehr hoher Temperatur in zwei Lösungen spalten: Eine der- r Martensit, enthält Eisencarbid gelöst, und dieses scheidet sich aus derselben bei Temperatur als Cementit ab; die andere, der Austenit, ist eine Lösung von ff in Eisen, und dieser scheidet sich hieraus bei den höchsten Temperaturen als Gra- niedrigeren, aber noch immer sehr hohen Temperaturen jedoch als Temperkohle ab. sprechend der graphischen Darstellung (Fig. 195, die Temperaturen sind nur annähernd) ei Roheisen mit 3 Proc. Kohlenstoff zwischen 1300 und 1350° die Abscheidung nit, der in dem noch flüssigen Metall als Garschaum zur Oberfläche steigt. Bei etwa

Fig. 195.

Kohlenstoffgehalt in Procenten.

0 0,5 1,0 1,5 2,0 2,5 3,0 3,5 4,0 4,5

Perlit

Ferrit und Martensit

Martensit und Cementit

Martensit

Martensit, Austenit und Cementit

Martensit, Austenit, Cementit u. Graphit

Martensit und Austenit

Temperatur

Graphit

Schmelz-

Geschmolzenes Eisen.

tarrt das Metall, das nun aus Austenit und Martensit besteht; jedoch wird noch bis etwa raphit abgeschieden. Nahe bei derselben Temperatur beginnt die Abscheidung von . Inzwischen nimmt die Menge des Austenits beständig ab, die des Martensits aber zu. ı 950 und 1000° ist aller Austenit verschwunden, und bei etwa 700° geht der Martensit in er. Bei welcher Temperatur die Abscheidung des Martensits aus dem Austenit beginnt, wie in allen übrigen Fällen, noch ganz unbekannt.

i Stahl mit 1,5 Proc. Kohlenstoff erfolgt die Erstarrung bei etwa 1350 bis 1400° ler Stahl aus Austenit und Martensit besteht. Bei etwa 1200° tritt Cementit auf, bei 50° ist aller Austenit verschwunden, und wenig unter 700° geht der Martensit in er.

eiches Eisen mit 0,2 Proc. Kohlenstoff erstarrt ungefähr bei 1470° und besteht r nur aus Martensit (ob gleich unter dem Schmelzpunkte auch Austenit auftritt, ist heute bekannt). Bei etwa 840° beginnt die Abscheidung von Ferrit, und bei etwa 660° geht ensit unter weiterer Abscheidung von Ferrit in Perlit über. —

m Unterschiede der Schnitte von Homogeneisen zeigt Fig. 196 (S. 220) den Querschnitt eines us geschweisstem Eisen, reliefpolirt. Es sind die sämmtlichen Schweissnähte, sowie die theile des Packets wieder zu erkennen. —

i der elektrolytischen Lösung des Eisens in verdünnter Eisenchlorürlösung ch Warren (J. 1888) der Schwefel als FeS, Phosphor als Fe_4P zurück; Silicium ist im s Fe_2Si. Aus Siliciumeisen isolirte Carnot (J. 1898) die Verbindung FeSi und Fe_2Si, gan- und siliciumreichen Producten ein Doppelsilicid des Eisens und Mangans der SiM_3, wobei M die Summe von Eisen und Mangan bezeichnet. Die Chromuntersuchungen

bezogen sich auf Chromstahl und Ferrochrom, letzteres mit 57 bis 59 Proc. Cr unc 9,9 Proc. C. Nach längerer Einwirkung von Salzsäure erhielt man Rückstände von der Zu setzung $Fe_3Cr_9C_7$. Die Formel kann auch $CFe_3 . 3C_2Cr_3$ geschrieben werden. C_2Cr_3 von Moissan gefundene Zusammenset Chromcarbids; wahrscheinlich liegt a Verbindung beider Carbide vor. St mit geringem Chromgehalte lösen sich Kohlenstoffgehalt verschieden; die Rü stimmten aber trotzdem auf die Formel oder $3\,CFe_3 . C_2Cr_3$. Eine Ferromangan wenig Chrom gab, in Kupferkaliumch löst, ebenfalls Rückstände, die auf Formel deuten. Das Chrom findet sic Eisen in Form von Carbiden; im Ch hat man aber 3 Mol. Chromcarbid mi Eisencarbid, im Stahl 1 Mol. Chromca 3 Mol. Eisencarbid.

Fig. 196.

V = 1,1.

Phosphor ist im Eisen und St als Fe_3P und Mn_3P_2 in Form von Krystall ausgeschieden, theils in der übrigen Gr vertheilt; nur letzterer Theil gibt mit ve Salzsäure Phosphorwasserstoff. (J. 18 1888, 231; 1894, 209.)

Arsen und Eisen vereinigen sich s zu Eisenarsenid, welches äussers ist, gerade wie das Eisenphosphid (J. u. 268; 1895, 185). —

Den Einfluss des Erhitzens auf die Festigkeit des Stahles zeigt folgende Tabelle 191; 1895, 186):

Stahlsorte	Erhitzungs-temperatur Grade	Dauer der Erhitzung Min.	Elasticitäts-grenze k	Bruch-belastung k	Längen-ausdehnung Proc.
Tiegelstahl (mit Chrom) (C = 0,41 Proc., Mn = 0,05 Proc., Cr = 0,87 Proc.)	0	0	30,6	51,4	24,1
	650	10	28,5	53,4	21,4
	700	10	30,7	54,4	22,5
	800	10	—	171,1	0,8
	800	10	—	159,1	1,3
	900	10	—	165,1	1,7
Tiegelstahl (mit Mangan) (C = 0,44 Proc., Mn = 1,37 Proc.)	0	0	35,9	63,1	26,7
	650	10	34,5	61,7	24,4
	700	10	34,5	63,1	20,0
	800	10	—	166,2	0,5
	900	10	—	90,2	—
	1000	10	—	87,5	—
Tiegelstahl (mit Nickel) (C = 0,44 Proc., Ni = 1,12 Proc.)	0	0	28,7	44,7	19,3
	600	10	28,7	47,4	23,3
	650	10	32,5	50,2	18,0
	700	10	—	107,1	5,6
	800	10	—	142,5	6,6
	900	10	—	85,5	—
	1000	10	—	133,7	—
Tiegelstahl (mit Wolfram) (C = 0,40 Proc., Mn = — Proc., W = 1,40 Proc.)	0	0	25,1	44,0	22,3
	600	10	22,0	46,8	20,6
	650	10	32,0	55,4	13,0
	700	10	64,4	82,7	10,8
	800	10	66,4	74,6	11,0
	900	10	70,8	89,5	11,1

ch das Erhitzen des Stahls bildet sich auf der Oberfläche desselben eine dünne Oxyd- elche die Farben dünner Schichten zeigt. Die durch dieses Anlassen erzielten An- en sind abhängig von der Höhe der Temperatur und von der Dauer der Erhitzung 255). Man bedient sich derselben zur Beurtheilung der Temperatur und des davon ab- Härtegrades. Da es schwierig ist, ein Stahlstück gleichmässig zu erwärmen, so bedient zu diesem Zwecke oft der Metallbäder. In das geschmolzene Metall wird der glasharte lange eingetaucht, bis er die Temperatur des Metalles angenommen hat. Folgende ibt die Zusammensetzung der Metallbäder, wie sie für das Anlassen schneidender umente am zweckmässigsten befunden worden ist[1]).

me des Instruments	Metallbad		Schmelz-punkt	Anlauffarbe
	Blei	Zinn		
ı	7	4	220°	blassgelb
ser	8	4	228°	strohgelb
ser	8,5	4	232°	morgenroth (braungelb)
und harte Meissel . .	14	4	254°	braun mit Purpurflecken
Hobeleisen, Taschen-r	19	4	265°	purpurfarbig
Uhrfedern, Crinoline-ı	48	4	288°	hellblau
Bohrer, Rapiere, feine ı	50	2	292°	kaiserblumenblau
ochsägen	in kochendem Leinöl		316°	schwarzblau

rasche Abnahme der Festigkeit des Stahles beim Erwärmen über 300° zeigt in welcher die Linien 1*a* bis 10*a* die Zugfestigkeit in k/qmm angeben (J. 1890, 334; 1).

efügeveränderungen von Eisen durch Stösse. Werden Eisen und n ursprünglich genügender Elasticität, Festigkeit und Dehnbarkeit im Betriebe tösse und Spannungswechsel niemals über ihre Elasticitätsgrenze hinaus bean-

Fig. 197.

[1]) Im Allgemeinen gibt man die gelbe Anlauffarbe Werkzeugen, welche sehr hart bleiben mithin allen zur Bearbeitung des Eisens und von harten Gesteinen dienenden, dann ssern, chirurgischen Instrumenten, Grabsticheln, Stempeln, Zieheisen u. dgl.; die purpur- arbe meist den Werkzeugen zur Holzbearbeitung; die violette bis dunkelblaue Farbe Gegenstände, die zugleich Elasticität (Federhärte) besitzen sollen, wie Uhrfedern, , Sensen, Sicheln, Hand- und Lochsägen; vgl. J. 1876, 339; 1880, 82; 1884, 134.

sprucht, wie es in einer regelrechten Construction stets sein sollte, so bleibt ih ungeändert, und der Bestand des aus ihnen hergestellten Constructionstheiles i rechten Betrieb und sorgfältige Wartung (Anstrich) verausgesetzt, auf unabseh gesichert. (J. 1894, 243; 1896, 166.)

Frostbrüchigkeit hängt von der Zusammensetzung ab (J. 1892, 19

Berühmt ist der Damascenerstahl, der zur Herstellung der Damascenerklin zu welchem jedoch das Rohmaterial aus Kabul in Afghanistan bezogen wird; er besitzt schaft, wenn seine Oberfläche mit Säure geätzt wird, ungleichförmige Adern (Damas zeigen; auch durch Umschmelzen verliert er diese Eigenschaft nicht. Man hat sie Annahme zu erklären gesucht, dass der Kohlenstoff mit Eisen in verschiedener Weise v sei, und dass diese verschiedenen Kohlenstoffverbindungen je nach ihrer grösseren ringeren Neigung zu krystallisiren sich trennen. Dieser Stahl (auch Wootz genann Ostindien von den Eingebornen dargestellt (J. 1886, 2), indem das nach einem sel kommenen Processe dargestellte Roheisen in zerhacktem Zustande mit 10 Proc. zersc Holze der *Cassia auriculata* gemengt, das Gemenge in Schmelztiegel gebracht und Blättern der *Asclepia gigantea* bedeckt wird; die Tiegel werden mit feuchtem Thon v und in einem Ofen bei möglichst niederer Temperatur ungefähr $2^1/_2$ Stunden lang erh erhaltene Stahl wird vor dem Ausschmieden nochmals erhitzt. Bei zwei verschieden von Wootz ergab die Analyse folgende Zusammensetzung:

	I	II
Gebundener Kohlenstoff	1,333	0,0167
Graphit	0,312	0,0035
Silicium	0,045	0,0006
Schwefel	0,181	Spur
Aluminium	0	0
Phosphor	—	Spur
Arsen	0,037	0

Tiegelstahl von Böhler & Cp.:

	I	II
Kohlenstoff, chem. geb.	1,062	1,123
Silicium	0,187	0,354
Phosphor	0,016	0,024
Schwefel	0,013	0,014
Mangan	0,160	0,216
Kupfer	0,010	Spur
Kobalt und Nickel	Spur	Spur
Wolfram	0,447	—
Eisen aus dem Abgange	98,105	98,269

Bischof (J. 1886, 151) gibt nachstehende Analysen von bewährtem We stahl:

	I	II	III	IV
Phosphor	0,029	0,044	0,023	0,016
Schwefel	0,026	0,022	0,024	0,015
Mangan	0,334	0,234	0,230	0,149
Kohlenstoff	1,06	0,75	1,12	1,242

I. Handmeisselstahl. II. Döpperstahl, beide aus England. III. Steirischer Gusssta zäh-hart". IV. Gussstahl von einer grösseren deutschen Fabrik.

Für Stahlschienen[1]) werden folgende Angaben gemacht:

1) J. 1882, 19; 1883, 28; 1884, 135 u. 140; 1890, 321.

	Beste	Gute	Spröde	Weiche	Russland	Deutschland	England und Frankreich
ff . . . . Proc.	0,28	0,28	0,25	0,21	0,22	0,25	0,36
. . . . . „	0,67	0,60	0,54	0,74	0,53	0,52	0,61
. . . . . „	0,24	0,15	0,11	0,05	0,11	0,16	0,11
. . . . . „	0,11	0,11	0,18	0,19	0,18	0,12	0,09
k/qmm	66	64	60	52	56	61	66
. . . . . Proc.	19	19	20	20	19	19	18
rung des Quer- . . . . „	36	43	47	53	45	44	40

h Harbord (J. 1896) ist auch der Sticktoff in Stahl zu berücksichtigen; iemens-Martinstahl, mangelhafte Radreifen (I, II) und Achsen , sowie normale Achsen (V):

	I	II	III	IV	V
Kohlenstoff	0,297	0,302	0,183	0,258	0,220
Silicium	0,057	0,056	0,034	0,028	0,036
Schwefel	0,102	0,102	0,074	0,053	0,026
Phosphor	0,054	0,055	0,049	0,045	0,029
Mangan	0,875	0,900	0,950	0,750	0,550
Arsenik	0,027	0,029	0,035	0,027	0,007
Stickstoff	0,021	0,023	0,019	0,019	0,011

t einigen Jahren werden Legirungen von Eisen mit Nickel, Mangan, Wolfram, . dgl. verwendet. (Vgl. J. 1894, 231, Einfluss auf Festigkeit.)
hmelzpunktbestimmungen (J. 1898, 145) ergaben:

unkt	Kohlenstoff	Silicium	Mangan	Chrom	Wolfram	Bemerkungen
0	1,18	0,21	0,49	—	—	Stahl
	1,32	0,19	1,27	3,40	6,21	Stahl
	—	—	—	—	39,02	Wolframeisen
	—	—	—	—	11,84	Wolframeisen
	5,02	1,65	81,40	—	—	Manganeisen
	6,48	0,14	44,59	—	—	Manganeisen
	6,80	—	—	62,70	—	Chromeisen
	6,40	—	—	19,20	—	Chromeisen
	1,20	—	—	19,10	—	Chromeisen
	1,40	—	—	5,40	—	Chromeisen

ckelstahl[1]), vortheilhaft hergestellt durch Zusammenbringen von Nickel- er gepulverte Erze mit Kohle gemischt, mit flüssigem Eisen, zeichnet sich durch 'estigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen mechanische und chemische Einflüsse Proc. Nickel bei 0,3 bis 0,4 Proc. Kohlenstoff geben den besten Stahl. Der- Nickelstahl, leicht angelassen, in Oel gehärtet, jedoch weder gewalzt noch ge- et, sondern lediglich gegossen, zeigt bei normalen Verhältnissen 70 k Festigkeit nm.

ckelstahl eignet sich wegen Festigkeit, Härte, Zähigkeit u. s. w. zu Schiffswellen und Achsen, zu Kessel- und anderen Blechen (hochprocentige Nickellegirungen für Schiffs- ngen, welche die Magnetnadel nicht ablenken und nicht rosten, während nickelärmere thun und leichter rosten), zu Propellern, Draht zu Torpedoschutznetzen, Dynamo-

[1]) J. 1892, 196; 1893, 284; 1895, 197; 1896, 122 u. 184; 1898, 175.

maschinen, Geschützen, Gewehrläufen, Wagenkuppelungen, Getriebe- und Steueru
Fahrradtheilen, Werkzeugen und endlich zu Gegenständen, bei welchen Zähigkeit
von ausschlaggebender Bedeutung sind. Legirungen von Eisen mit 10 bis 16 Proc.
3 bis 8 Proc. Mangan und 1,5 Proc. Kohlenstoff sollen ausserordentlich zähe sein (J.

Verschiedene Analysen von Nickelstahl ergaben:

	I	II	III
Kohlenstoff, chem. geb.	0,52	0,41	0,32
Silicium	0,39	0,14	0,41
Phosphor	0,03	0,03	0,019
Schwefel	0,02	0,01	0,014
Mangan	0,36	0,19	0,19
Nickel	4,63	5,33	6,54
Kobalt	—	0,05	0,04
Kupfer	0,02	0,27	Spur
Eisen aus dem Abgange	94,03	93,57	92,467

Manganstahl[1]), meist mit 2 bis 20 Proc. Mangan, wird mit Hilfe von Fe
hergestellt. Er ist sehr zähe und lässt sich ausgezeichnet härten, wird aber des v
mässig hohen Preises wegen in Deutschland wenig angewendet.

Chromstahl[2]), durch Zusammenschmelzen von Ferrochrom mit Eisen hergest
jetzt von geringer Bedeutung.

Wolframstahl[3]), in entsprechender Weise hergestellt, wird schon häufiger a
Verschiedene Analysen von Wolframstahl ergaben:

	I	II	III
Kohlenstoff, chem. geb.	0,913 Proc.	2,16 Proc.	0,654 Proc.
Wolfram	2,133	6,97	3,846
Silicium	0,224	0,80	0,140
Phosphor	0,033	0,03	0,045
Schwefel	0,006	0,01	0,030
Mangan	0,219	1,14	0,858
Kupfer	0,012	0,01	Spur
Nickel	0,008	—	—
Chrom	—	0,29	—
Eisen aus dem Abgange	96,452	88,59	94,435

Molybdänstahl hält eine Bearbeitung im heissen Zustande, sowie das Hä
aus als der Wolframstahl und zeigt da keine Risse, wo der Wolframstahl sehr oft
weist. Dies dürfte vielleicht auch der Grund für die Versuche sein, Wolframstahl u
lich Chromo-Wolframstahl durch Molybdänstahl zu ersetzen (J. 1897, 261).

Vanadinstahl (J. 1895, 174) kommt sehr wenig vor; auch Siliciumstah
aussichtsvoll (J. 1890, 324). Durch Erhitzen der betreffenden Metalle mit Siliciu
Krystalle von $SiFe_2$, $SiCr_2$, $SiCo_2$ und $SiNi_2$ erhalten (J. 1896, 238); durch Schmelzen
Kohle und Sand im elektrischen Ofen wurde Fe_3Si_2 erhalten (J. 1896, 276).

Beachtenswerth ist noch folgende in Deutschland geltende Bezeichnung de
(vgl. J. 1888, 279; 1889, 263):

Technisch verwerthetes Eisen

- leicht schmelzbar, nicht schmiedbar — Roheisen
  - mit Graphit — graues Roheisen
  - mit amorphem Kohlenstoff — weisses Roheisen
- schmiedbar, schwer schmelzbar — schmiedbares Eisen
  - in flüssigem Zustande erhalten — Flusseisen
    - härtbar — Flussstahl
    - nicht härtbar. — Flussschmiedeeisen (kurz Flusseisen)
  - in nichtflüssigem Z[illegible] erhalten — Schweisseis[illegible]
    - härtbar — Schweissstahl
    - nicht h[illegible] — Schweiss[illegible] eis[illegible] (kurz Schw[illegible]

1) J. 1888, 277; 1893, 272; 1895, 201; 1897, 262; 1898, 177.
2) J. 1888, 275; 1893, 215; 1894, 152; 1895, 201; 1896, 122.
3) J. 1884, 8; 1886, 15; 1888, 272; 1893, 215; 1894, 122; 1896, 122.

Statistik.

Roheisenerzeugung in Tausend Tonnen.

	1861	1865	1870	1875	1880	1885	1890	1895	1896	1897
. . . .	3864	4896	6060	6432	7802	7369	8033	7703	8660	8796
nd	592	975	1391	2029	2729	3687	4658	5465	6373	6880 [1]
h	888	1290	1173	1416	1733	1630	1962	2003	2334	2472
. . . .	312	471	565	540	608	713	788	829	933	1035
h-Ungarn	315	292	403	463	464	715	965	1080	837	928
. . . .	286	299	360	427	446	528	927	1454	—	—
. . . .	200	227	300	351	406	464	456	463	—	—
. . . .	2	6	14	29	17	16	14	9	21	—
. . . .	35	50	54	37	86	159	171	218	154	297
änder Europas . .	30	30	35	40	40	50	50	50	—	—
Summe von Europa	6524	8536	10355	11764	14331	15331	18024	18865		
en von Nordamerika	663	845	1691	2056	3896	4111	9353	9446	8623	9653
änder der Erde . .	100	100	100	100	100	350	250	300		
r Roheisenerzeugung Erde	7287	9481	12146	13920	18327	19792	27627	28762		

Jahre 1800 betrug die Production der ganzen Welt nur etwa 825 Tausend Tonnen.
: = 100 k Roheisen (Puddelroheisen) kostete im Jahre

1880	56 Mark
1885	42 „
1890	85 „
1895	52 „
1898	61 „

egen kostet 1 hk

Herrenuhrzugfedern (das Dutzend zu 2 Mark) . . .	8 000 Mark
Damenuhrzugfedern kleinster Sorte	80 000 „
Spiralfedern (sog. Unruh) der kleinsten Damenuhr .	1 736 000 „

Spiralfeder der kleinsten Damenuhr hat eine Dicke von 0,02 mm und wiegt 0,08 g, wiegt 1 Gross 1,152 g; 1 k gibt 868 Gross, von denen jedes in der Fabrik 20 Mark odurch der Preis von 1 736 000 Mark für 100 k Stahldraht in diesen Federn, d. h. der e Preis von unverarbeitetem Golde herauskommt. Da nun der Uhrmacher eine Feder Arbeit des Einsetzens durchschnittlich mit 0,40 Mark in Anrechnung bringt, so ergibt das Publikum 100 k derartige Uhrfedern mit 5 Millionen Mark bezahlt.

Mangan.

rkommen. Das wichtigste Manganerz ist der Braunstein MnO_2, weniger werden t Mn_2O_3, Manganit Mn_2O_3, H_2O, Hausmannit Mn_3O_4 und Manganspath $MnCO_3$ t. Der Braunstein des Handels ist fast durchweg ein aufbereitetes Gemenge von Pyro- Hausmannit, Braunit und andern Manganerzen.

rstellung [2]). Mangan wird besonders mit einem grösseren oder geringeren halte als Ferromangan [3]) in Hochöfen unter Zusatz von reichlich Kalk her- Das Mangan hat eine grosse Neigung, in die Schlacke zu gehen, so dass beim

Im Werthe von 350 Millionen Mark; 1898 lieferte Deutschland 7403 Tausend Tonnen
. Ausführl. Statistik des Hüttenw. bringen Fischer's Jahresber. d. chem. Technologie. J. 1880, 9; 1881, 20 und 61; 1882, 17; 1884, 146; 1885, 90; 1886, 155; 1888, 293; ; 1895, 197; 1896, 183.
C. Prieger in Wiesbaden stellte Ferromangan 1862 zuerst im Grossen dar; jetzt be- lie Gutehoffnungshütte.

Hochofenbetriebe 40 bis 50 Proc. des Mangangehaltes der Erze in der S
wieder zu finden sind und beträgt der Gehalt derselben an metallischem
bis 9 Proc. Einen höheren Mangangehalt als 60 Proc. der Erze überz
ist selten lohnend, da einestheils der Koksverbrauch zu hoch wird und
duction zurückgeht, anderentheils aber das Spiegeleisen selbst bei höherem
gehalte durch Aufnahme von Silicium graue Stellen bekommt. Analysen vo
mangan:

	I	II	III
Kohlenstoff	6,21	6,60	5,87
Silicium	0,28	0,09	0,21
Phosphor	0,06	0,30	0,30
Kupfer	0,14	—	0,09
Mangan	69,64	81,24	57,60
Eisen	23,25	12,00	35,03
Kobalt	—	—	0,07

Einige Meter unter der Gicht des Hochofens wird die Temperatur schon so hoch sein, dass die Umwandlung des MnO_2 in Mn_3O_4 nahezu vollendet sein wird, bei welcher lung bereits Sauerstoff entwickelt wird: $3\,MnO_2 = Mn_3O_4 + 2\,O$.

Dieser Sauerstoff wird Koks unter Entwicklung von Wärme verbrennen, so dass s halb der Gicht eine glühende Schicht von Koks befindet. Der aufsteigende Gasstrom gewisse Menge von CO_2 enthalten, welche der Reduction in den tieferen Ofenschichten e wobei etwa folgende Reaction sich ergibt: $Mn_3O_4 + CO = 3\,MnO + CO_2$.

Diese CO_2 wird in Berührung mit glühendem Koks in Kohlenoxyd verwandelt. $= 2\,CO$. In Folge dieser Reaction bestehen die Gichtgase nur aus Stickstoff und Ko eignen sich zum Heizen von Kesseln und Winderhitzungsapparaten (wobei aber der m Manganstaub sehr lästig ist), veranlassen aber auch einen grossen Verlust an Brennstof die Entstehung des den Hochofengang schädigenden Oberfeuers zu verhindern, ist ein gängige Röstung nothwendig.

Man kann annehmen, dass in einer gewissen Höhe der Hochöfen die gegichteten Mn_3O_4 und Fe_2O_3 bestehen. Das Eisenoxyd wird unter der reducirenden Einwirkung steigenden Gasstromes rasch in metallisches Eisen übergeführt, während Mn_3O_4 durc oxyd nur zu MnO reducirt wird. Die schliessliche Reduction des MnO zu Metall e durch Berührung mit Kohlenstoff. $MnO + C = Mn + CO$. Es scheint, dass das Reduction des Mangans erleichtert; jedenfalls wird das metallische Mangan erst viel sp in Höhe der Formen erzeugt. Geschützt vor der Wiederoxydation durch den Gehalt a stoff, durch die Schlackenhüllen, tropft das Mangan gleichzeitig mit dem reducirten Ei Gestell des Ofens. Beim Abstich entweicht immer etwas Rauch, bald weiss, bald welcher entweder durch die oxydirende Einwirkung der atmosphärischen Luft oder dem Metallbad entweichende Mangandämpfe, welche sich augenblicklich oxydiren, geb Man muss die Berührung mit Feuchtigkeit beim Abstich vermeiden, weil Mangan das W leicht zersetzt. Man kann daher das Abkühlen durch Anspritzen mit Wasser nur Mangangehalt, der unter 30 Proc. ist, und nur dann anwenden, wenn die Temperatur Rothglühhitze gefallen ist (J. 1890, 290).

Zur Herstellung von kohlenstoffarmem Ferromangan wird Manganox 30proc. Ferrosilicium und einem Flussmittel zusammengeschmolzen. In entspr Weise kann Ferronickel, Ferrochrom und Ferrowolfram erhalten (J. 1893, 273).

Zur Herstellung von kohlenstoffarmem Mangan werden nach Greene (287) Manganerze durch Wassergas zu MnO reducirt, dieses wird dann durch S mit Aluminium oder Magnesium zu Metall reducirt. Das Aluminiumverfahre besonders von Goldschmidt weiter ausgebildet (s. Aluminium).

Moissan (J. 1893) erhielt durch Schmelzen von Manganoxydul mit elektrischen Ofen Mangan mit 6,4 bis 14,6 Proc. Kohlenstoff. Die Gewinn Mangan durch Schmelzen mit Elektricität ist bis jetzt wenig aussichtsvoll; Herstellung von Mangan durch Elektrolyse von geschmolzenem Chlor- und Fluo (J. 1894, 353 u. 365).

pfermanganlegirungen wurden zuerst (1849) von Gersdorff, dann von
er in Wien hergestellt, durch Erhitzen eines Gemenges von Kupfer, Manganoxyd und
Tiegel. Jetzt liefert besonders die Isabellenhütte bei Dillenberg Manganbronzen
358). Sie sind dehnbar, sehr hart, politurfähig, ihre Farbe ist weiss bis rosa. Manhès
dieselben, um bei der Affinirung des Kupfers das Kupferoxydul zu reduciren, so dass
Manganlegirung eine dem Ferromangan in der Stahlfabrikation entsprechende Rolle
anganneusilber aus 80 Proc. Kupfer, 15 Proc. Mangan und 5 Proc. Zink ist weiss,
gut verarbeiten und nimmt eine schöne Politur an. Manganbronzen zeigen grosse
t (J. 1892, 197).
ngansilicium, $SiMn_2$, erhalten durch Erhitzen von Manganoxyd mit Kieselsäure
e im elektrischen Schmelzofen, ist sehr hart, spröde, metallisch glänzend. Durch
von Kupfer und Silicium entsteht Kupfersilicium, $SiCu_2$, als sehr harte Legirung.
307.)

Kobalt.

balt kommt hauptsächlich als Speiskobalt $CoAs_2$ und als Kobaltglanz
r.

r Gewinnung von Kobalt[1]) werden die Erze oxydirend, dann chlorirend
und ausgelaugt; aus der gereinigten Lösung wird Kobalt als Oxyd gefällt,
dann reducirt wird, oder elektrolytisch. Nach Vortmann (J. 1894) werden
Kobalt- als auch Nickelsalze bei Abwesenheit von Alkalisulfaten durch den
hen Strom in der Weise zersetzt, dass sich an der Kathode Kobalthydroxydul
kelhydroxydul oder basische Salze derselben abscheiden. Wird nach einiger
Richtung des Stromes gewechselt, so löst sich das abgeschiedene Nickeloxydul-
auf, während das Kobaltoxydul zu Kobaltoxydhydrat oxydirt wird. Indem
zu Zeit die Richtung des Stromes umgekehrt wird, gelingt es, alles Kobalt als
hwarzes Hydroxyd zu fällen, während das Nickel in Lösung bleibt (vgl. J. 1892,
395, 196). Wohl das meiste Kobalt wird gleichzeitig mit Nickel gewonnen.
balt besitzt eine fast silberweise Farbe mit einem Stich ins Röthliche, hat lebhafteren
nz als Nickel und lässt sich gut poliren. Durch Elektrolyse oder durch Reduction aus
en Oxyd erhalten, ist es geschmeidig und dehnbar; unter den gewöhnlichen Umständen
zen, ist das Kobalt porös und krystallinisch und gestattet weder eine Behandlung mit
mer noch ein Auswalzen. Nach Fleitmann ist die Ursache dieses Mangels an Dehn-
eine Absorption von Kohlenoxyd, und lässt sich durch Zusatz von 0,1 Proc. Magnesium
n. Erst in sehr hoher Temperatur schmilzt es (S. 156). In der Weissglühhitze lässt
l und Eisen mit Kobalt zusammenschweissen und auf beiden Seiten mit Kobalt plattirtes
den dünnsten Nummern auswalzen. Von verdünnten Säuren wird es langsam, von Sal-
re und Königswasser leichter aufgelöst[2]).

obaltfarben. Die auf Kobaltfarben zu verarbeitenden Erze werden geröstet
ssen dann Safflor oder Zaffer. Je nach der Reinheit der gerösteten Kobalt-
terscheidet man ordinäre (SO), mittlere (MS) und feine (FS und FFS) Safflore.
ellt aus dem Safflor dar: die Smalte, das Kobaltultramarin, das
leum (Coelin) und das Rinmann'sche Grün (Kobaltgrün, Sächsischgrün),
he sich das Kobaltgelb, das Kobaltviolet und die Kobaltbronze
ssen.

alte. Schmilzt man Zaffer (unreines Kobaltoxydul) mit Kieselsäure und Kali zu-
so erhält man ein tiefblaues Glas, welches im feingemahlenen Zustande unter dem Namen
bekannt ist[3]). Man stellt die Smalte auf den Blaufarbenwerken dar, indem man die

J. 1888, 294; 1890, 338; 1893, 285; 1894, 246; 1895, 195.
J. 1880, 171; 1882, 120; 1883, 149; 1884, 150; 1886, 158.
Von Schürer Mitte des 16. Jahrhunderts entdeckt. Derselbe verkaufte sein Geheim-
Engländer, welche Farbemühlen anlegten und das Kobalt aus Sachsen kommen liessen.
her Zeit entstanden in Böhmen 11 Farbemühlen. Alle diese Werke gingen aber ein,
fürst Johann I. die Kobaltausfuhr aus Sachsen verbot und selbst die noch be-
n Blaufarbenwerke bei Schneeberg anlegte.

gerösteten Kobalterze mit Quarz und Potasche in Häfen in einem Glasofen zusammen das erhaltene Glas wird, sowie es aus dem Ofen kommt, abgelöscht, wodurch es mürbe zerfällt. Darauf wird das Glas gepocht und mit Wasser fein gemahlen. Das feing Pulver lässt man mit Wasser in Waschfässern stehen, was sich zuerst absetzt, ist da Streublau (Streusand), welches auf die Mühle zurückgegeben oder in den Handel wird. Aus der trüben Flüssigkeit setzen sich nach und nach ab Couleur (gröberes Eschel und Sumpfeschel. Durch wiederholtes Mahlen und Auswaschen stellt ma gewöhnlichen Smalte verschiedene Sorten dar. Die beste, d. h. die kobaltreichste Sor Königsblau. Ludwig fand in 100 Theilen

	norwegischer Smalte	deutscher Smalte	
	höhere Couleur	hohe Eschel	grobe blasse Coul
Kieselsäure . . .	70,86	66,20	72,11
Kobaltoxydul . .	6,49	6,75	1,95
Kali und Natron .	21,41	16,31	1,80
Thonerde	0,43	8,64	20,04

Man benutzt die Smalte zum Bläuen des Papiers, der Leinwand und der Stärke, z färben des Krystallglases, der Porzellan- und Fayencewaaren und des Emails u. s. w neueren Zeit ist die Smalte in ihrer Anwendung zum Bläuen fast ganz durch das Ultramarin verdrängt worden.

Kobaltspeise. Da das Rösten der Kobalterze meist nicht lange genug fortges um das in den Erzen enthaltene Nickel zu oxydiren, so schmilzt dieses in den Häfen noch vorhandenen Metallen und dem Arsen zu einer Masse zusammen, welche Kobalt nannt wird. Sie ist von weisser, ins Röthliche gehender Farbe, starkem Metallglanz un aus 40 bis 56 Proc. Nickel, 26 bis 44 Proc. Arsen, ausserdem aus Kupfer, Eisen, Schwefel u. s. w. Eine aus dem sächsischen Erzgebirge stammende Speise bestand n von R. Wagner (1870) ausgeführten Analyse aus:

Nickel	48,20
Kobalt	1,63
Wismuth	2,44
Eisen	0,65
Kupfer	1,93
Arsen	42,08
Schwefel	3,07

Nickel.

Vorkommen. Die wichtigsten Nickelerze sind: Kupfernickel (Rothnickelk Antimonnickel NiSb, Weissnickelkies $NiAs_3$, Nickel- oder Haarkies Nickelantimonglanz NiSbS. Besonders wichtig ist der in Neucaledonien vork Garnierit (Pimelit oder Numeït), ein Nickel-Magnesiumhydrosilicat (mit 11 bis 16 I sowie die Südburyerze (nickelhaltiger Chalcopyrit und Pyrrhotit) und Genthit, 29 Proc. NiO in Oregon (J. 1896, 184). Am Ural findet sich kieselsaures Nickeloxy als Revdinskitt (J. 1890, 339). Auch ein mit Nickelerzen durchsetzter Magne Schwefelkies dient zur Nickelgewinnung, auch die Kobaltspeise der Blaufarbenwerk und gewisse bei manchen Kupferhüttenprocessen erzeugte Producte, z. B. der Nickelv bei der Verhüttung des Kupferschiefers in Mansfeld als Nebenproduct auftritt. Auch in Braunsteinsorten findet sich Nickel[1]) sowie in gewissen Magneteisensteinen.

Herstellung[2]). Die Nickelerze kommen (abgesehen von Amerika) anderen Erzen oder Gangart gemengt vor, so dass der eigentlichen Nickelda meist ein Concentrationsschmelzen vorausgeht. Als Concentrationsmittel v man bei Erzen, welche das Nickel als Schwefelmetall enthalten, Schwefele

1) In England stellte man früher aus den Rückständen der Chlorbereitung mitt stein Kobalt und Nickel dar; nach Gerland gab 1 t Braunstein durchschnittlich 2,5 und 5 k Kobalt.

2) J. 1880, 160; 1881, 68; 1882, 120; 1883, 149; 1884, 150; 1885, 99; 1886, 156; 1892, 201; 1893, 281; 1894, 245; 1895, 195; 1897, 379; 1898, 169 u. 282.

agegen, in denen das Nickel neben Arsen vorkommt, das Arsen. Das Product em ersten Falle Stein, in dem zweiten Speise. Aus diesen nickelhaltigen Pro- stellt man dann auf trockenem oder auf nassem Wege entweder metallisches der eine Legirung desselben mit Kupfer dar.

f der Isabellenhütte zu Dillenburg wird der nickelhaltige Schwefel- und ies, welcher im Durchschnitt 7,5 Proc. Nickel enthält, zunächst in überwölbten eln geröstet, zerschlagen, im Krummofen mit Koks auf Rohstein (I) ver- en, welcher geröstet und dann in demselben Ofen mit Schlackenzusätzen auf ntrationsstein (II) verschmolzen wird. Um den Eisengehalt zu ver- , aber noch so viel Schwefel darin zu lassen, dass der Stein der Zerkleinerung pröde bleibt, wird derselbe im Herde verblasen, wodurch der Raffinations- III) entsteht, aus welchem dann auf nassem Wege Nickel oder Nickellegirung llt wird.

	I	II	III
Nickel	19	24	35
Kupfer	13	39	43
Eisen	35	12	2
Schwefel . . .	33	25	20

hwedische und norwegische Erze mit 2 bis 4 Proc. Kobalt und Nickel werden chtofen mit Koks verschmolzen. Die Beschickung besteht aus 70 k gebranntem uf 500 k Erz, 50 k Kalkstein und Converterschlacke. Ein Ofen setzt in den 20 t Erz und 1,5 t Schlacke auf 2 t Stein mit etwa 30 Proc. Nickel und bei 2- bis 3monatlichem Gange durch, wobei der flüssige Stein direct in die mit tem Material ausgefütterte Birne mit seitlichen Düsen (vgl. S. 241) abgestochen Der 30proc. Stein wird auf 75 bis 77 Proc. angereichert und dann dem nassen e übergeben. Die Flamme beim Bessemern[1]) ist anfangs kurz und gelb, ann weisser und nach 2 bis 3 Minuten rauchig; Schwefel und Arsen entweichen r ganze Inhalt beginnt heftig zu kochen. Bei der Oxydation des Eisens gegen es Processes verschwindet der Rauch und die Flamme wird immer heller. Nach 25 Minuten ist der Process beendigt. Der Ofeninhalt wird in eine eiserne Form , wobei eine Sonderung von Stein und Schlacke nach dem spec. Gewichte statt- Der Stein enthält 75 bis 77 Proc., die Schlacke 1 bis 2 Proc. Kobalt und (J. 1889, 268).

rsennickel enthaltende Erze, Kobaltspeise u. dgl. nickel- und arsenhaltige Hüttenproducte durch wiederholtes Rösten und Schmelzen mit entsprechenden Zuschlägen angereichert. rschmilzt arsenhaltige Nickelerze auf Speise z. B. zu Sangerhausen im Mansfeld'schen, l man in Freiberg und am Unterharze bei der Kupfer-, Silber- und Bleigewinnung er- Speisen concentrirt, auf der Altenauer Hütte arsenfreie Hüttenproducte, z. B. nickel- Kupferschlacken oder nickelhaltige Rückstände von der Silberextraction, auf Nickelspeise ilzt. Die Nickelspeisen enthalten 40 bis 55 Proc. Nickel, 30 bis 40 Proc. Arsen, ausser- hwefel, Eisen, Wismuth, Kupfer.

er Nickelausscheidung auf nassem Wege geht gewöhnlich ein Rösten ze oder nickelhaltigen Hüttenproducte (Speise, Stein) voraus, um das vorhandene in Eisenoxyd überzuführen, Nickel, Kupfer und Kobalt aber als Sulfate oder le in Wasser löslich zu machen. Aus der Lösung wird das Nickel als Oxyd oder furet gefällt und aus dem Niederschlage Nickel dargestellt.

us der Speise lässt sich das Arsen entfernen, wenn man die geröstete Speise mit einem ge von Natronsalpeter und Soda glüht, das entstandene Natriumarseniat mit Wasser aus- en Rückstand mit Schwefelsäure behandelt und dann unter Zurücklassung von Eisenoxyd und Kobaltvitriol auszieht. Nach dem Vorschlage von Wöhler kann man das Arsen

---

[1]) J. 1889, 268; 1894, 245 u. 249; 1895, 196; 1896, 190.

durch Schmelzen der Speise mit Schwefelnatrium und Auslaugen der Masse in Gestalt v
salz entfernen. — Die Fällung des Nickels aus der Lösung geschieht durch Ki
der man bei fractionirter Fällung zuerst Eisen und Arsen, dann Kupfer abscheiden kan
nur noch Nickel in der Lösung sich befindet, aus welcher das Nickel durch Kalkmil
wird. — Zur Ueberführung des Nickelniederschlags in Nickelmetall wird das Nicl
nun mit Roggenmehl und Melasse zu einem steifen Teig eingestampft, der in Würfel v
3 cm Seite zerschnitten wird. Diese Würfel werden getrocknet, dann mit Kohler
Tiegeln bei starker Hitze zu Metall reducirt; dasselbe geht seiner Strengflüssigkeit w
in einen stark zusammengesinterten, äusserlich dichten Zustand über und kommt so al
nickel in kleinen, etwas unregelmässigen Würfeln von etwa 1 cm Seitenlänge in den H
Würfelnickel enthält 94 bis 99 Proc. Nickel. Seit der Einführung der galvanischen
lung bringt man das Nickel in Barren von grosser Reinheit in den Handel.

Weitaus das meiste Nickel wird jetzt aus amerikanischen Erzen gewonnen.

Auf die neucaledonischen Nickelerze hat 1867 zuerst Garnier aufmer
macht. Schon 1863 fand er die Ausstriche nickelhaltiger Lagerstätten, und 1875
Dana das Erz nach ihm eingesendeten Proben unter dem Namen Garnierit. Anfang 1
Garnier das erste Patent zur Verhüttung der caledonischen Nickelerze „auf trockenen
während Christophle und Bouilhet den nassen Weg empfahlen. Bis zur Eröff
neucaledonischen Gruben im J. 1878 betrug die Nickelproduction für die ganze Erde
400 t, aber 1880 bereits 1200 t und 1884 sogar 2000 t. 1886 erfuhr der Verbrau
die Anwendung zu Panzerplatten eine Steigerung von 400 bis 500 t jährlich
1887 im Ganzen etwa 3000 t verbraucht wurden, von denen 2400 t allein auf Europa
Damals war Caledonien mit etwa 2600 t fast der alleinige Producent. Seitdem h
1888 kaum bekannten canadischen Gruben von Sudbury eine rasche Entwickelung
Zur Zeit werden jährlich etwa 6200 t Nickel gewonnen, davon etwa 5000 t aus
nischen Erzen.

Nach Garnier werden die Erze zunächst von ihren Gangarten durch Schm
mit oder ohne Zusatz eines Flussmittels befreit. Der erhaltene Rohstein (I)
einer Bessemerbirne bis zum Verschwinden des Eisens behandelt. Die
Birne kommende Masse (II) enthält wesentlich Nickel, Kobalt und Kupfer:

	Erz	Rohstein I	Rohstein II
Nickel	3,0	6,0	55
Kobalt	1,0	2,0	15
Kupfer	0,5	0,8	6
Eisen	23,0	38,2	2
Schwefel	42,5	53,0	22
Gangmasse	30,0	—	—

Das Product wird auf nassem Wege oder elektrolytisch verarbeitet.

Garnierit aus Neucaledonien wird in England in kleinen Kupolö
schmolzen, welche täglich 25 bis 30 t Erz mit etwa 20 Proc. Koks von der Besc
verarbeiten. Das Ofenproduct enthält 50 bis 55 Proc. Nickel, 25 bis 30 Pro
und 16 bis 18 Proc. Schwefel. Zur Concentration werden die gepulverten und
gerösteten Schwefelmetalle mit Quarzsand wieder geschmolzen, um das Eisen
fernen. So concentrirt man täglich 2000 k Schwefelmetall auf sogenannt
centrationsstein. Die Schlacke enthält noch ungefähr 2,2 Proc. Nickel und
zum Reductionsofen als gutes Flussmittel. Durch die erste Concentration si
Eisengehalt auf 2,5 bis 3,0 Proc. und durch die zweite auf 0,5 bis 0,75 Proc.,
die Schwefelmenge von mindestens 16 Proc. sich gleich bleibt. Im Bess
converter erfolgt die Operation rascher; 1000 k Schwefelmetall vom K
bearbeitet man mit Wind von etwa 40 cm Quecksilberdruck; die Temperatu
durch die Schwefelverbrennung, und zum Eisenverschlacken setzt man Sand hin
in $1^1/_3$ Stunden vollständig erfolgt, wenn der Eisengehalt nicht 36 Proc. üb
Bei mehr Eisen ist das Bad abzuschäumen und nach 25 Minuten Blasen neue
mittel einzubringen, weil die Reinigung unvollkommen wird, wenn viel Schl
Converter bleibt. Deutet diese auf Nickeloxydaufnahme, so sticht man in C

ler Eisengehalt ist unter 0,5 Proc. Nur Kobalt bleibt im Product zurück. acke enthält 14 bis 15 Proc. Nickel, also viel mehr wie die Flammenofen- und zwar als mechanisch eingemengte Stückchen. Man bringt sie in den nsofen zurück. — Der erhaltene Concentrationsstein besteht haupt- aus Schwefelnickel oder einem Gemisch von Schwefelnickel und Schwefelkupfer, von Haus aus aus kieselhaltigem Erz gewonnen war, mit nicht über 0,5 Proc. d ebensoviel anderen Fremdstoffen. Der Stein wird fein zerkleinert, gesiebt lammofen geröstet. Reines Schwefelnickel röstet 8 Stunden lang, mit Schwefel- emengt aber nur 6 Stunden. 24 hk geröstetes Metall braucht dabei 20 hk die Ofentemperatur ist dunkelroth, aber gegen Operationsschluss hellroth. Das mit höchstens 1 Proc. Schwefel wird fein gemahlen, gesiebt und in einem Ofen bei Hellrothglut in Posten von 5 hk in 6 Stunden geröstet. Dies Pro- eht aus Nickeloxyd, oder Oxyden des Nickel und Kupfer und muss höchstens . Schwefel enthalten. — Für die Reduction mengt man das Oxyd erst mit dgl., um eine formbare Masse zu erhalten und erhitzt das Ganze dann stark mit lenpulver. (J. 1892, 202; 1893, 282; 1897, 379.)

lburyerze (Canada) mit etwa 3 Proc. Nickel und 3 Proc. Kupfer werden in grossen eröstet, dann in einem Schachtofen auf Rohstein verschmolzen. Im Durchschnitt hat lrohstein folgende Zusammensetzung: Kupfer 20 Proc., Nickel 18 bis 23 Proc., Eisen Proc., Schwefel 20 bis 30 Proc. Der Nickelhalt wechselt in ziemlich weiten Grenzen, bemüht ist, denselben dem Wunsche der Käufer anzupassen. — Auf den Werken der Copper Company in Sudbury wird der Nickelrohstein in Birnen concentrirt bez. Es sind zu diesem Zwecke drei Birnen aufgestellt, von welchen die eine im Betriebe hrend die zweite mit frischem Futter versehen wird und die dritte für eine neue Hitze bereitet steht. Der Rohstein wird umgeschmolzen und in diesem Zustande ähnlich wie pfer in die Birne geleitet. In der so eingerichteten Bessemeranlage werden in 24 Stunden 25 t Rohstein verarbeitet, wobei 15 t Concentrationsstein fällt. Durch das Verblasen rnen wird fast das ganze Eisen des Rohsteines verschlackt und der Schwefelhalt bis s 5 Proc. herabgesetzt. Das Kupfer wird in dem Spurstein auf 45 Proc. und Nickel roc. angereichert. Die beim Verblasen eines 20proc. Steines auf 40proc. Spurstein Schlacken halten nur ungefähr 3,5 Proc. Nickel und 2 Proc. Kupfer. Diese Schlacken er Schachtofenarbeit zurückgegeben. Der durch Bessemern erzeugte Concentrations- im Mittel: Kupfer 43,36 Proc., Nickel 39,96 Proc., Eisen 0,3 Proc., Schwefel 13,76 Proc., Unzen (0,024 Proc.) und Gold 0,1 bis 0,5 Unzen (0,00034 bis 0,0017 Proc.) für 1 t. — ere Verarbeitung des Concentrationssteines in den Vereinigten Staaten richtet sich ins- e darnach, ob eine Kupfernickellegirung oder aber Nickeloxyd und metalli- ckel verlangt werden. Für den ersteren Zweck wird der Concentrationsstein zunächst und dann entweder mit Holzkohle oder mit reducirenden Gasen direct auf genannte reducirt. Letztere wird raffinirt und hält 50 Proc. Kupfer, 49 Proc. Nickel und kleine von Silicium, Eisen und Kohlenstoff. Diese Legirung wird im Handel mit „50—60“ et und findet zum grossen Theile zur Darstellung des Neusilbers ihre Verwendung. inen niederen Schmelzpunkt, und ihre Verwendung bietet insofern einen ökonomischen , als zur Darstellung des Neusilbers nur noch ein Zinkzusatz nothwendig ist. — Handelt jedoch darum, den Concentrationsstein auf Nickeloxyd oder metallisches Nickel zu ten, so wird zur Trennung des darin enthaltenen Kupfers der „Orford“-Process benutzt. melzen des Concentrationssteines und der Böden mit rohem Glaubersalz geschieht in öfen. Der Zuschlag des Natriumsulfats muss so geregelt werden, dass das meiste Kupfer n in Sulfide überführt wird. Letztere Schwefelverbindungen bilden mit der im Schacht- nfalls entstandenen Soda eine leichtflüssige Schmelze, welche sich von dem schwereren lnickel leicht trennt, indem sie die sog. „Köpfe“ bildet, während das Schwefelnickel den „Böden“ (bottoms) ansammelt. Die Trennung der Schwefelverbindungen im ge- enen Zustande erfolgt nach dem spec. Gewichte, wodurch eine Anreicherung der Steine führt wird. Die von den Böden abgetrennten Köpfe werden dem Einflusse der Atmosphäre tzt, wobei in denselben durch den Verwitterungsprocess Aetznatron entsteht. Diese verden dann wieder mit Concentrationsstein umgeschmolzen, wobei das Aetznatron einen s im Stein enthaltenen Schwefels aufnimmt und mit dem vorhandenen Kupfer und Eisen lverbindungen entstehen lässt, die sich in Folge ihres kleineren spec. Gewichtes in dem Theile der Schmelze ansammeln, während das Nickel in halbmetallischem Zustande zu

Boden fällt. Die so entstandenen „Böden“ werden dann nach dem Schema weiter wobei man schliesslich reines Schwefelnickel erhält, welches durch Röstung in Nickel führt wird (J. 1896, 189; 1897, 379).

Auf der Hütte von Saint Denis, der Firma Christofle gehörig, hat man ca Erze gleichzeitig auf trockenem und nassem Wege verarbeitet; letzterer bedarf hau kupfernickelhaltige Steine von einem ersten Schmelzen von kupfer- und nickelhaltig Aber das ist nur eine nebensächliche Production; die Trennung erfolgt in einer chlorw sauren Lösung. Man beginnt mit der Steinbehandlung mittels Chlorwasserstoffsäure u den sich entwickelnden Schwefelwasserstoff zum Fällen des Kupfers aus den von früh rationen herrührenden Lösungen. Das Eisen fällt man, indem man dasselbe durch und einen Luftstrom oxydirt. Das Nickel endlich erhält man als einen grünlichen, g Hydratniederschlag mittels Kalkmilch. Dieses Oxyd kann man zur Darstellung v sulfat für die Galvanoplastik verwenden, oder getrocknet und calcinirt zusammen mit d gewonnenen Oxyd reduciren (vgl. J. 1886, 156; 1892, 207).

Zur Herstellung von Kobalt und Nickel werden nach Moissan (J. 1893) Oxyde mit Kohle gemischt im elektrischen Schmelzofen leicht reducirt. Mit über Kohle erhaltenes Nickel enthielt:

Nickel	86,10	87,62	90,40
Kohlenstoff	13,47	11,90	6,19

Eigenartig ist das Verfahren von Mond[1]), Nickel als Kohlenoxyd- dung zu gewinnen. Darnach wird das in nickelhaltigen Erzen enthaltene N nächst durch „Rösten“ in Oxyd übergeführt, welches dann durch „Reductio metallischen Zustand übergeführt werden muss, um eine Vereinigung dess Kohlenoxyd zu ermöglichen. Da die Temperatur, bei welcher die Reduction a werden muss, bedeutend höher (300^0 bis 400^0) liegt als diejenige, bei welche handlung mit Kohlenoxyd zu geschehen hat, so muss das Material nach der I möglichst schnell (um einen ununterbrochenen Betrieb zu ermöglichen) auf bestimmte Temperatur (50 bis 60^0) abgekühlt werden, bevor es der Einwir Kohlenoxydes ausgesetzt werden kann. — Die Reduction des Nickeloxyd Generator- oder Wassergas beginnt bei etwa 300^0, bei 350^0 findet die Redu mässiger Schnelligkeit statt und wird das bei dieser Temperatur reducirte Ni Kohlenoxyd bei 50 bis 60^0 sehr leicht und fast vollständig aufgenommen. flüchtigung des Nickels findet am schnellsten und vollständigsten bei 50 bis wird diese Temperatur überschritten, so findet sofort eine Zersetzung des anfän bildeten Nickelkohlenoxyds statt; es erfolgt eine Abscheidung von metallische so dass die Verflüchtigung wiederum nur eine theilweise wird. — Der Apparat die Erfüllung dieser Bedingungen bei der technischen Anwendung des Verfa stattet, besteht aus zwei Haupttheilen, dem „Reducirer“ und dem „Verflüchtiger stehende, neben- oder übereinander angeordnete Cylinder, welche Abtheilungen die miteinander in Verbindung stehen. Im „Verflüchtiger“ findet die Behan reducirten und auf eine bestimmte Temperatur abgekühlten nickelhaltigen Mat Kohlenoxyd statt. Im „Reducirer“ erfolgt hingegen die Ueberführung de oxydes in den metallischen Zustand und Abkühlung desselben auf die für die lung mit Kohlenoxyd geeignetste Temperatur. — Der „Reducirer“ muss so ein sein, dass in allen Theilen desselben die Temperatur des in Behandlung bef Materials je nach Bedarf verändert und innegehalten werden kann. Um di möglichen, wird der „Reducirer“ aus einzelnen kurzen Cylindern zusamme deren jeder für sich allein von aussen erhitzt oder abgekühlt werden kann, vollständige unabhängige Controle über die Temperatur des Materials in jedem Cylinder desselben zu ermöglichen. — Das Erhitzen oder Abkühlen der Cylinder oder Abtheilungen findet im hohlen Boden *H* (Fig. 198 u. 199)

1) J. 1891, 210; 1892, 199; 1898, 170.

r Hohlraum ist durch eine Scheidewand so getheilt, dass die Heizgase, die kalte er das Kühlwasser, welche durch die Oeffnung O_1 in den Hohlraum eintreten, ler Richtung des Pfeiles denselben durchstreichen und durch die Oeffnung O ıen können. Die Oeffnung O_1 eines jeden Cylinders ist durch eine Röhre, einen Schieber oder ein Ventil enthält, Bedarf mit einer Heissluft-, Luft- oder eitung verbunden, während die Oeffmit den entsprechenden Abzugskanälen leitungen in Verbindung steht. Die n Cylinder sind oben offen und werden nander gesetzt, dass der Boden des en Deckel des darunter befindlichen Um eine gleichmässige Vertheilung nterbrochene Fortbewegung des in Beg befindlichen Materials über die eroder abgekühlten Böden der einzelnen r zu ermöglichen, bringt man im oberen es Cylinders eine Platte P an, welche Triebwelle zwar anschliesst, deren freie ng jedoch nicht hindert. Die Platte en kleineren Durchmesser als der r, so dass ein Zwischenraum z freibleibt, elchen das Material auf den Boden des rs fallen kann. Die Triebwelle N jedem Cylinder zwei Rührer, welche terial auf der Platte P von der Mitte len Umfang derselben und am Boden linders vom Umfang gegen die Mitte n schaffen, wo es durch die Oeffnung lche vom Heizraume H abgeschlossen die im benachbarten unteren Cylinder che Platte P fällt. Die obersten zwei i Abtheilungen des Reducirers dienen zum Erhitzen des nickeloxydhaltigen ls auf die zur Einleitung der Reduction nöthige Temperatur (300°). In den lgenden Abtheilungen findet die Reduction statt, dabei wird viel Wärme frei, die Zuführung der Heizgase in die Heizkammern hier allmählich verringert muss, um die Temperatur des Materials nicht über 400° steigen zu lassen; die eiter unten befindlichen Abtheilungen werden weder geheizt noch gekühlt, da ctionswärme genügt, um die Temperatur im Apparat auf 300 bis 400° zu erhalten. untersten Abtheilungen hingegen wird das reducirte Material durch Einführen ter Luft oder Wasser in die Kammern H so weit abgekühlt, dass die Temperatur len „Verflüchtiger" gelangenden Materials 50 bis 60° beträgt.

Fig. 198.

Fig. 199.

ır Gewinnung von metallischem Nickel aus Nickelcarbonyl in Form von Kugeln oder ıen Massen, wobei dieser Uebelstand vermieden wird und das gewonnene Material beson- Herstellung von Legirungen geeignet ist, werden die nickelcarbonylhaltigen Gase nicht Kammern geleitet, sondern über metallisches Nickel, welches in Form von kleinem n granulirtem Zustande angewendet wird, während das Metall auf die zur Zersetzung des ls (ungefähr 200°) erforderliche Temperatur erhitzt wird. Das aus dem Carbonyl ablene Nickel überzieht das schon vorher vorhandene Schrot, welches in Folge dessen bean Durchmesser zunimmt.

ickel ist fast silberweiss mit einem geringen Stich ins Gelbliche, strengflüssig, ziemlich hr dehnbar und politurfähig und hat 8,97 bis 9,26 spec. Gewicht. Im reinen Zustande

lässt es sich walzen, schmieden und zu Draht ziehen. Es hat manche Aehnlichkeit
Eisen, unterscheidet sich aber durch seine grössere Widerstandsfähigkeit gegen Che
von demselben, eignet sich daher auch zur Herstellung von Tiegeln u. dgl. für Lab
rien; seiner silberähnlichen Farbe wegen und weil es den Einflüssen von Luft, Wa
vielen Säuren ziemlich widersteht, findet es zur Herstellung silberähnlicher Legirungen,
lich des Neusilbers oder Argentans (S. 256) und auch als Bestandtheil der Sc
münzen (im Deutschen Reiche[1]), in der Schweiz, in Belgien u. s. w.), und endlich al
zug anderer Metalle Anwendung. Dem durch Schmelzen im Grossen erhaltenen Nicke
Folge von Porosität und krystallinischem Gefüge die Dehnbarkeit ab, was nach Fle
auf Absorption von Kohlenoxyd zurückgeführt werden kann. Man beseitigt diesen Ue
durch Umschmelzen mit etwa 0,1 Proc. Magnesium oder mit Mangan. — In der Weiss
lässt sich Nickel mit Stahl und Eisen zusammenschweissen. Auf einer oder auf beide
mit Nickel plattirtes Eisen lässt sich bis zu den dünnsten Nummern auswalzen, ohne
Loslösung der beiden Metalle stattfindet.

Die Angreifbarkeit der Nickel-Kochgeschirre durch organische Sä
unbedenklich. Nickelplattirte Geschirre verloren z. B. beim Stehen mit 2proc. Essig
24 Stunden auf 290 qc Angriffsfläche 24 bis 29 mg, bei 3stündigem Kochen damit 12 bi
Der Angriff von Weinsäure, Citronensäure und Milchsäure ist fast ebenso. Die Ver
der Nickelgeschirre im häuslichen Gebrauch ist völlig gefahrlos, zum Aufbewahren von
sollten sie jedoch nicht verwendet werden (J. 1889, 269).

Wolfram und Chrom.

Durch Reduction der betreffenden Oxyde mit Kohle im elektrischen Schn
erhaltenes Chrom enthält 8 bis 12 Proc. Kohlenstoff, während das Wolfram s
19 Proc. Kohlenstoff enthält (J. 1893, 287). Aus einem Gemisch von Chr
mit Schwefelantimon soll ebenfalls durch Elektrolyse Chrom erhalten werden (J
Leichter werden die Eisenlegirungen durch Schmelzen der Erze mit Kohle ode
silicium (vgl. S. 226) erhalten. Aus Eisenwolframlegirungen wurden die kryst
Verbindungen $FeWo_2 + Fe_2Wo_3C_3 + Fe_4W$ erhalten (J. 1893, 289). I
Chrom und Wolfram erhält man mittels Aluminium (s. d.). Legirung
Chrom und Wolfram mit Aluminium empfiehlt Moissan (J. 1895) zur Her
anderer Legirungen, wobei Aluminium wieder ausgeschieden wird.

Chrom mit verschiedenen Metallen legirt vermehrt erheblich deren Härte und Z
Chrom macht auch die Metalle widerstandsfähiger gegen Säuren, Alkalien und andere ch
Stoffe bei der Herstellung von chemischen Apparaten und ebenso von Küchen
(J. 1896, 238).

Kupfer.

Kupfer war schon in den ältesten Zeiten bekannt und wurde von den Griechen und
zum grössten Theil von der Insel Cypern bezogen, daher der Name Cuprum, Kupfer.

Kupfererze. Das gediegene Kupfer kommt in grossen Mengen am Ob
Nordamerika[2]), ferner in Chile, Bolivien und Peru vor. Kupfersand und Kupfer
aus Chile bestehen aus etwa 60 bis 80 Proc. Kupfer und 20 bis 40 Proc. Quarz. Rothk
erz Cu_2O, Kupferlasur oder Azurit $2CuCO_3 . Cu(OH)_2$ und Malachit $CuCO_3$.
sind für Deutschland weniger wichtig als die Sulfide: Kupferglanz, Cu_2S, Buntkup
$3Cu_2S . Fe_2S_3$ und der Kupferkies, $CuFeS_2$. Kupferschiefer ist ein im Zech
kommender bituminöser Mergelschiefer (Mansfeld) mit eingesprengtem Kupferglanz, Ku
Buntkupfererz.

---

1) 10 Pfg. = 4,44 g der Legirung von 1 Th. Nickel und 3 Th. Kupfer. Neben der
des Nickels sind die grosse Härte seiner Legirungen und die mit der Verarbeitung
verbundenen Schwierigkeiten namentlich der jetzt allgemein für Münzzwecke ver
Legirung aus 25 Proc. Nickel und 75 Proc. Kupfer Hauptvortheile der Nickelmünzen. S
die beste Garantie gegen Nachahmungen.

2) 1857 wurde auf dem Gange Minnesota ein Stück Kupfer von 450 t gefunden
13,75 m lang, 6,7 m breit und 2,7 m dick war.

rgit, Cu_3AsS_4, findet sich in Ungarn u. s. w. Fahlerze, Verbindungen von Schwefel- d Schwefelsilber u. dgl. mit Schwefelarsen und Schwefelantimon enthalten 14 bis c. Kupfer. Atakamit oder das Salzkupfererz, $3Cu(OH)_2 . CuCl_2$, mit 56 Proc. ndet sich besonders in Chile und anderen Gegenden der Westküste von Südamerika, Südaustralien und wird in den Kupferwerken von Swansea verhüttet. Namhafte on Kupfer werden auch seit 1869 aus den Abbränden von der Röstung des Schwefel- Behandeln derselben auf nassem Wege gewonnen.

Gewinnung des Kupfers aus seinen Erzen erfolgt entweder auf trockenem nassem Wege.

Gewinnung des Kupfers auf trockenem Wege in Schachtöfen werden die Kupfererze geröstet, wobei ein Theil des Schwefels, Arsens und Antimons ver- wird, ein Theil der in den Erzen enthaltenen Metalle in schwefelsaure (Vitriole), re und antimonsaure Verbindungen übergeht, während ein Theil des Erzes sich ten entzieht. Bei dem reducirenden Schmelzen (Rohschmelzen, Erz- zen) des Röstgutes unter Zusatz von schlackebildenden Stoffen wird das Kupfer- metallischem Kupfer reducirt, während die Vitriole sich wieder in Schwefel- verwandeln, welche mit dem Kupfer und den unzersetzt gebliebenen Schwefel- den kupferreicheren Rohstein (Kupferstein) bilden, und aus den vor- antimon- und arsensauren Metalloxyden sich durch Reduction Antimon- und tall (Speise) erzeugt. Eisenoxydul u. dgl. verbinden sich mit den Zu- zu Schlacke. Durch Wiederholung des Röst- und reducirenden Schmelz- (Concentrationsschmelzen) erhält man zuletzt neben einer geringen ein (Dünnstein oder Lech) metallisches Kupfer (Rohkupfer, Schwarz-), mit fremden Metallen verunreinigt, von welchen es durch ein oxydirendes n (Rohgarmachen) befreit wird, indem die fremden Metalle als Oxyde theils igt werden, theils in die Schlacke (Garschlacke) gehen. Das Garkupfer tenkupfer, Scheibenkupfer) enthält, weil bei dem Rohgarmachen process gewöhnlich zu weit getrieben wird, Kupferoxydul, wodurch seine keit vermindert wird. Durch ein schnelles reducirendes Schmelzen, durch elzen zwischen Kohle auf einem Herde wird das Kupferoxydul reducirt und t sich geschmeidiges (hammergares) Kupfer. Durch das Raffiniren des in Flammöfen wird das Roh- und Hammergarmachen zu einem Process .

Rohschmelzen der gerösteten Erze zu Rohstein (Kupferstein) geschieht in fen. Da das geröstete Kupfererz stets Eisenoxyd enthält, so würde durch eine einfach de Schmelzung leicht Eisen reducirt werden. Um dies zu vermeiden, setzt man ildende Stoffe hinzu (Quarz oder kieselsäurereiche Zuschläge), so dass das in dem Ofen l reducirte Eisenoxyd mit der Kieselsäure zu einer leichtflüssigen Schlacke zusammen- ährend der Verschlackung scheiden sich Schwefelmetalle ab und sammeln sich im Theile des Ofens als Kupferstein (Rohstein), ein Gemenge von Schwefelkupfer, eisen und anderen Schwefelmetallen mit einem durchschnittlichen Kupfergehalt von Proc. Die zugleich gebildete Schlacke führt den Namen Rohschlacke (Schwiel- .

pferschmelzöfen in Nordamerika sind meist reckteckig (Raschetteofen) mit en Wänden aufgebaut und werden von einer Rüstung von starken Bahnschienen, geeigneter Weise gegenseitig verankert werden (Fig. 200 u. 201 S. 236). Die sehr Windzuführung erfolgt bei einem Ueberdruck von 0,7 k/qc mittels Sturtevant'scher Die Anzahl der Formen ist 15, von denen je 2 auf den Schmalseiten, je 5 bis 6 auf seiten in Nischen der Schachtwände liegen, welche gegen das Innere zu mit schwachem, rfesterem Mauerwerk abgeschlossen sind. Dadurch wird das Innere leicht zugänglich esserbar. Die geschmolzenen Massen fliessen in den Vorherd, welcher durch einen s feuerfesten Steinen in zwei Abtheilungen getheilt ist. Der Stein geht unter dem rch und wird seitlich aus dem Vorherd abgelassen, während die in der grösseren Ab- desselben angesammelte Schlacke durch eine Rinne abfliesst. Beide Herdhälften sind ohle bedeckt. Bei grosser Aufmerksamkeit und dem erforderlichen schnellen Schmelzen chlacke und Stein aus beiden Rinnen ununterbrochen ab. Ein Ofen setzt täglich 100 t

mit 15 bis 16 Proc. Gaskoks durch. Die Schlacke mit etwa 40 Proc. Kieselsäure e
bis 0,2 Proc. Kupfer. — Neuerdings werden die Raschetteöfen vielfach mit Wasserm
sehen (vgl. J. 1894, 267).

Das Rösten des Kupfersteins erfolgt zu dessen Oxydation unter Beseit
Schwefels. Der erfolgte Spurrost wird in einem Schachtofen mit einem Zus

Fig. 200.

Fig. 201.

Schlacke verschmolzen, welcher Process das
oder die Concentrationsarbeit gena
Der fallende Stein heisst der Spurstein
Concentrationsstein, der etwa 50 Pro
enthält, vollständig abgeröstet und zu Schwa
verschmolzen wird.

Bei reinen Kupfererzen verschmilzt
vollständig abgerösteten Kupferstein zu Schwarzkupfer (Rohkupfer, Gelbkupfer)
Schwarzkupferarbeit (Schwarzmachen, Rohkupferschmelzen). Dies geschieht in
öfen von geringerer Höhe (Krummöfen) als die beim Schmelzen der gerösteten Kupf
gewendeten. Der Schwefelgehalt des Steines ist durch das Rösten so weit verringe
dass er das nun reducirte Kupfer nicht mehr aufzunehmen vermag. Es scheidet si
neben einer geringen Menge Stein (Dünnstein, Oberlech, Armstein) als Schwarzku
welches 93 bis 95 Kupfer enthält.

Das Schwarzkupfer wird nun durch ein kräftiges oxydirendes Schmelzen von
unreinigungen (Schwefel und beigemengte fremde Metalle) befreit, wobei sich die
nigungen früher verschlacken als das Kupfer. Zum Garmachen auf dem Garherd
man das Schwarzkupfer unter Zusatz von Holzkohlen unter Mitwirkung des Gebläs
Schwefel, Arsen und Antimon verflüchtigen sich, die nicht flüchtigen Oxyde scheide
der Oberfläche des Kupfers als Garschlacke ab, welche von Zeit zu Zeit abgezo
Nach dem Garwerden des Kupfers wird so weit abgekühlt, dass das Kupfer, ohne eine
befürchten zu müssen, mit Wasser oberflächlich zur Abkühlung gebracht werden
bildet sich eine dünne Scheibe (Rosette), welche abgehoben und alsbald in kaltem W
gelöscht wird, um die Oxydation des Kupfers zu verhüten. So fährt man fort W
zusprengen und Scheiben abzuheben, bis der Herd fast entleert ist: Scheiben
Spleissen, Rosettiren. Das so erhaltene Kupfer ist das Rosettenkupf
kupfer, Scheibenkupfer. Für grössere Verhältnisse verwendet man besser de
flammofen oder Spleissofen.

Sehr beachtenswerth ist die Verhüttung der Mansfelder Kupfersch
Der Kupferschiefer hat folgende Zusammensetzung:

1) Die Anfänge des Mansfelder Bergbaues sind bis zum Jahre 1199 zurückzuve
welchem Jahre bei dem jetzigen Hettstedt der erste Kupferschiefer gewonnen worden
Jedenfalls haben die Grafen von Mansfeld bereits im Jahre 1215 Bergbau getrieben
derselbe im 15. Jahrhundert in grosser Blüthe (J. 1889, 287; 1893, 309; 1894, 267;
1898, 194).

SiO_2	= 29,0	bis	38,0	Proc.
Al_2O_3	= 11,0	„	16,0	„
CaO	= 11,0	„	14,0	„
MgO	= 2,25	„	3,5	„
CO_2	= 7,0	„	13,5	„
Fe	= 0,85	„	3,31	„
Cu	= 2,01	„	2,93	„
Ag	= 0,010	„	0,021	„
S	= 2,15	„	4,97	„
Bitumen und Glühverlust	= 10,0	„	17,0	„

Zn, Pb, Mn, Ni, Co wurden quantitativ nicht bestimmt.

gewonnenen Minern werden in langen schmalen Haufen gebrannt, wobei das die Verbrennung nach dem Anzünden unterhält. Hierbei wird ausser dem der grösste Theil der Kohlensäure und ein Theil Schwefel entfernt. Analysen rannten Schiefer ergaben:

SiO_2	= 49,0	bis	53,00	Proc.
Al_2O_3	= 15,30	„	18,00	„
CaO	= 10,00	„	18,00	„
Fe_2O_3	=	etwa	8,00	„
MgO	= 3,30	bis	4,65	„

Schwefelmetalle nicht bestimmt.

gebrannten Schiefer werden ohne Zuschlag in Schachtöfen geschmolzen und inestheils Rohschlacke und andererseits Kupferstein, ein Gemenge geschwefelter erzeugt. Eine Analyse der Rohschlacke ergab:

SiO_2	= 47,630	PbO	= 0,232
Al_2O_3	= 14,825	FeO	= 4,725
CaO	= 18,380	ZnO	= 1,165
MgO	= 6,732	MnO	= 0,697
Cu_2O	= 0,289	NiO, CoO	= 0,063

selbe wird, theils direct auf die Halde gestürzt, theils langsam abgekühlt pert"), als dem Basalt an Härte nahestehendes Pflaster- und Wegebau-ial verwandt. — Die Metalle finden sich zum weitaus grössten Theile im rstein im geschwefelten Zustande. Die Analyse eines solchen ergab:

Cu	= 41,360 Proc.	Zn	= 3,711 Proc.
Ag	= 0,226 „	Ni	= 0,300 „
Pb	= 0,537 „	Co	= 0,292 „
Fe	= 24,325 „	As	= 0,080 „
Mn	= 0,850 „	S	= 25,815 „

n erzielt ungefähr 7,5 Proc. der verschmolzenen Minern an Kupferstein nach für 1 t Schiefer durchschnittlich 30,2 k Kupfer und 0,176 k Silber 86 Proc. des Kupfers). Der Kupferstein wird nun in Kilns (Schachtöfen von m Höhe) durch Rösten entschwefelt und die Röstgase, welche etwa 4 bis 5 Proc. halten, auf Schwefelsäure in bekannter Weise verarbeitet. Der erhaltende enthält noch immer Kupfer und Silber an Schwefel gebunden und wird nun Verschlackung bez. Verflüchtigung der Nebenbestandtheile unter Zuschlag von nd niedergeschmolzen („gespurt"). Hierbei scheidet sich ein Kupfer von . Cu und etwa 0,9 Ag als Bodenkupfer ab, während die Hauptmasse des und Silbers als Schwefelverbindungen nebst kleinen Mengen der verunreinigenden in den Spurstein übergeht. Die zu entfernenden, durch die vorherige oxydirten Metalle gehen als Silicate in die Spurschlacke, welche etwa 3 bis Cu und 0,005 Proc. Ag enthält und in die Rohschmelzarbeit zurückgeht. Der 3 bis 76 Proc. Cu und 0,44 Proc. Ag enthaltende Spurstein wird nach dem

Ziervogel'schen Verfahren entsilbert, indem er auf Kugelmühlen feinst ge einem oxydirenden Röstprocess ausgesetzt wird, wobei sich zunächst Kupfer- un vitriol bilden, welche dann wieder sich zersetzen, während nun Silbervitriol Das Silbervitriol wird mit Wasser ausgelaugt und durch Kupfer zersetzt, standene Silber gepresst, geglüht und in Barren gegossen als „Brandsilber“ bis 999,5 Tausendstel in den Handel gebracht. Die Rückstände von der Entsi werden (mit etwa 0,017 Proc. Silber) direct auf Raffinad verarbeitet. Zu dem werden sie getrocknet, mit 8 bis 9 Proc. Steinkohle gemengt und in Flammöfen geschmolzen. Hierbei wird das Kupferoxyd reducirt und der Haupttheil der n handenen fremden Metalloxyde durch die Asche der Steinkohlen und die Kie des Quarzsandes verschlackt. Die hierbei entstehende Schlacke wird als Raffin auf ein geringeres Kupfer verarbeitet. Zugleich wird ein grosser Theil der im S gut noch vorhandenen SO_2 entfernt. Um dieselbe jedoch völlig zu entfernen, Kupfer gepolt, indem in die geschmolzene Masse eine Stange Holz so gebrac dass dieselbe auf der hinteren Hälfte des Herdes fest aufliegt. Durch die entst Kohlenoxyd- und Kohlenwasserstoffgase wird einestheils die SO_2 entfernt, and kleine Mengen von Cu_2O reducirt. Schliesslich wird nach Erhöhung der Tem ausgeschöpft. Das erhaltene Kupfer, als Mansfelder Raffinad A bezeichnet, enthält:

				Das aus der Raffinirkrätze erhaltene Kupfer (MRB)	
Cu	= 99,587	99,751	99,764	99,213	99,310
Ag	= 0,025	0,025	0,027	0,015	0,011
Ni	= 0,240	0,107	0,109	0,427	0,396
Pb	= 0,049	0,034	0,029	0,163	0,145
Fe	= 0,016	0,013	0,014	?	?
S	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur

Ein Theil des Kupfers wird elektrolytisch raffinirt.

Die Gesammteinnahme betrug 1897 zusammen 48 906 089 Mk., der Gesammtbetri derte 46 199 333 Mk. Gefördert wurden 632 168 t Erze. Zur Abröstung des Kupferr und Gewinnung der schwefligen Säure waren 128 Kilns mit 9 Bleikammersyste rund 38 000 cbm Fassungsraum im Betriebe.

Aus den Minern wurden in der Hauptsache hergestellt: 18 248 t Kupfer, Silber und 17 150 t Schwefelsäure von 50 bis 60° B. Der durchschnittliche Erlö

	1897	1896	
für Raffinadkupfer	103,61 Mk.	(100,53 Mk.)	für 100 k
„ elektrolytisches Kupfer .	102,60 „	(98,59 „)	„ 100 k
„ Silber	80,85 „	(90,41 „)	„ k
„ Schwefelsäure	21,00 „	(21,50 „)	„ t

Auf der Hütte in Oker werden die Kupfererze des Rammelsbergs gerö Schwefligsäure wird in Bleikammern geleitet. Man schmilzt des hohen Zinkgehaltes w sehr basischen Schlacken; es enthalten nämlich die Schlacken

	aus melirtem Erz	aus Kupfererz
SiO_2	24 Proc.	22 Proc.
(Fe + Mn) O . .	41 „	55 „
ZnO	12 „	8 „
Al_2O_3	6 „	6 „
(Ba + Ca) O . .	8 „	4 „

ferner etwa 1 Proc. Cu, 0,5 Proc. Pb und 0,001 Proc. Ag.

Den gerösteten Erzen wird etwa 15 Proc. Kupferkniest (mit Metallsulfiden du Thonschiefer) und 60 bis 70 Proc. Schlacken des eigenen Betriebes, welche zum Thei Concentration der Kupfersteine, zum Theil beim Kupfererzschmelzen gefallen sind und nahmsweise Schweissofenschlacken zugesetzt; der hohe Zinkgehalt erfordert auch v etwa 15 bis 17 Proc. der Beschickung. In dieser Weise werden zu Oker jährlich etw Erz, einschliesslich Kniest, verschmolzen. — Die als Sumpföfen zugestellten runden

pen in Höhe ihrer 5 Formen 1,25 m, in der Gicht des conischen Ofenschachtes 1,75 m
sser, bei 6 m Höhe und bei 35 bis 40 mm Quecksilberhöhe-Windpressung; sie arbeiten
er Gicht. Das Zink geht grösstentheils in die Schlacke, zum Theil aber auch in den
Stein, zum Theil als Ofengalmei in den Ofenschacht; dieser wird hierdurch allmäh-
rengt, dass man zur Reinigung den Ofen nach 6 bis 8 Monaten bei Kupfererzen, nach
n bei melirten Erzen niederblasen muss. Die selten auftretenden Eisenausscheidungen
asauen) werden in ihrer Bildung hintangehalten durch vorübergehendes Verschmelzen
lhen Steines, der die Ofensohle wieder frei macht. Eine Kühlung des Ofengestelles
sser findet nur an den Formen statt. Aufgeführt sind die Oefen aus gewöhnlichen
nen; den Ofenschacht umschliesst ein auf Säulen ruhender, mit einer einfachen Stein-
fast unbegrenzter Dauer ausgemauerter Blechmantel. Die Kupfererze liefern einen
n von 30 bis 35 Proc. Kupfer, die davon getrennt gehaltenen melirten Erze Werkblei
Bleistein mit 22 bis 25 Proc. Kupfer; letzterer wird nach vorausgegangenem Rösten
im Hochofen concentrirt und dann dem Kupferrohsteine beigegeben. Ausser der Erz-
findet die erste Concentration des kupferarmen Bleisteines, die Verarbeitung der vom
errührenden Schlicker, die Verschmelzung der silberreichen Rückstände mit dem Zink-
sowie die Reduction der Glätte in diesen Hochöfen insoweit statt, als nicht die ge-
engen dieser Substanzen veranlassen, zwei dazu vorhandene kleinere Oefen derselben
ion von ebenfalls 6 m Höhe, aber nur 1 bez. 1,25 m Durchmesser und 4 Formen
en. Die Flammofenarbeiten werden in zwei getrennten Gebäuden ausgeführt; das
elben dient zur Concentration der Rohsteine (Spuren), das andere zur Schwarz-
vinnung aus dem Spursteine und zum *Raffiniren des Schwarzkupfers* zu

ler *Spurhütte* schmilzt man in zwei je 8 t fassenden Waleser Oefen unter Zuschlag
7 Proc. Kniest den in der Schwefelsäurefabrik gerösteten *Rohstein* ein und lässt,
r Schlacke zu ziehen, die Schmelze in eine Reihe gusseiserner Töpfe ablaufen, welche
lauf versehen und treppenförmig zu einander gestellt sind. Hierbei trennt sich die
vom Steine in der Weise, dass die dem Abstiche zunächst stehenden Töpfe Stein, die
und tiefer stehenden Schlacke bekommen. Dieser *Spurstein*, der zwischen Blau-
smetall steht und 60 Proc. Kupfer enthält, wird auf Holzbetten so weit geröstet, dass
ste Schmelzung ohne erneute Steinbildung Schwarzkupfer liefert; diese Schmelzung
den jenen Spuröfen ähnlichen Oefen ohne weiteren Flussmittelzuschlag statt, da die
ig erneute Sandausfütterung der Ofenwandungen die zur Schlackenbildung nöthige
re liefert.
Schwarzkupfer wird in Oefen von etwa 7 t Fassungsraum zu *Anodenkupfer*
Proc. Cu und 0,12 Proc. Ag raffinirt und beim nachfolgenden elektrolytischen Processe
verunreinigenden Antimon, Arsen und Wismuth befreit. Durch die *Elektrolyse*
erhält man neben den Edelmetallen ein reines Handelskupfer (Kathodenkupfer):

	Anodenkupfer	Kathodenkupfer	
Cu	98,589	99,9937	99,9946
Ag + Au	0,111	0,0050	0,0040
Pb	0,039	—	—
Bi	0,096	—	—
As	0,454	—	—
Sb	0,350	0,0008	0,0011
Fe	0,030	Sp.	Sp.
Ni	0,041	—	—
O	—	0,0024	0,0028
Unlöslich	0,003	—	—

bei der Erzverschmelzung sowie der Verarbeitung gewisser blei- und kupferhaltiger
producte erhaltene speisige und antimonhaltige Kupferlegirung wird durch oxydirendes
n in einem Gebläseflammofen in unreines Rohkupfer übergeführt, welches man durch
n ein Wasserbecken zu Granalien zertheilt, aus denen man mit Schwefelsäure *Kupfer-*
darstellt. Das Granalienkupfer besteht aus Cu 92,636 Proc., Ag + Au 0,405 Proc.,
Proc., Bi 0,464 Proc., As 2,152 Proc., Sb 2,950 Proc., Fe 0,157 Proc. und Ni 0,245 Proc.
er Vitriolisirung gebraucht man einen Luftdurchzug gestattende Gefässe und überbraust
die Granalien mit einem Gemisch von heisser verdünnter Schwefelsäure und von der
Vitriolausscheidung hinterbleibenden Mutterlauge. Der hierbei entstehende Rohvitriol
die Edelmetalle sowie Blei und Wismuth und auch das meiste Arsen und Antimon in
löslichen Verbindungen, welche sich deshalb bei der folgenden Auflösung und Vitriol-
in Bleipfannen als sogenannter „Silberschlamm" ablagern; diesen befreit man nach

Ablassen der überstehenden Vitriollauge in die Krystallisirgefässe durch Filterpress anhaftenden Flüssigkeit (J. 1895).

Das Schmelzen der Kupfererze in Flammöfen war besonders in Engl breitet; neuerdings verwendet man auch Schachtöfen (J. 1894, 265).

Die hauptsächlichsten Processe des englischen Kupfergewinnungsver bestehen im: 1) Rösten des kiesigen Kupfererzes *(calcination)*; 2) Verschmelzen der g Erze zu Rohstein *(melting for coarse metal)*; 3) Rösten des Rohsteines *(calcination of coar* 4) Darstellen des weissen Concentrationssteines *(white metal)* durch Verschmelzen des g Rohsteines mit reichen Erzen; 5) Darstellen eines blauen Concentrationssteines *(bl* durch Verschmelzen des gerösteten Rohsteines mit gerösteten Erzen von mittlerem Kup 6) Darstellen eines rothen und weissen Steines durch Verschmelzen der bei den vorher Operationen gewonnenen Schlacken; 7) Röstschmelzen des blauen Steines Nr. 5 und D des weissen Extrasteines; 8) Röstschmelzen des weissen Extrasteines und Darstellen centrationssteines; 9) Röstschmelzen des gewöhnlichen weissen Steines und der kupfe Böden zum Zweck der Darstellung von Schwarzkupfer *(blistered copper*, Blase 10) Raffiniren des Schwarzkupfers.

Das Kupfersteinschmelzen im Flammofen bezweckt das Kupfer von der Gangart u Theil der in dem gerösteten Erze enthaltenen fremden Metalloxyde durch ein reducire auflösendes Schmelzen abzuscheiden. Es verwandeln sich zunächst Eisenoxyd und eisen in Schwefligsäure und Eisenoxydul, welches letztere mit der vorhandenen Kiese Schlacke zusammentritt. Bei gesteigerter Temperatur wird das Kupferoxyd von dem eisen und Schwefelkupfer unter Bildung von Eisenoxyd und metallischem Kupfer zerleg letztere sich zum Theil in dem entstandenen Kupferstein auflöst, zum Theil auch d Eisenoxyd zu Kupferoxydul reducirt wird, das bei der höchsten Temperatur des Ofens schlackt. Indem nun durch lebhaftes Rühren der geschmolzenen Masse Stein und S in innige Berührung kommen, setzt sich das in dem Steine enthaltene Schwefeleisen Kupferoxydul der Schlacken in Schwefelkupfer und kieselsaures Eisenoxydul um, so Kupfer fast jeder Weg zur Verschlackung abgeschnitten ist. Das Rösten des Rohsteines meist in denselben Flammöfen, welche zu dem Rösten des Erzes Anwendung finden.

Zur Darstellung des weissen Concentrationssteines wird der geröstete Rohstein m Kupfererzen geschmolzen, welche fast kein Schwefeleisen, sondern nur Schwefelkupfe oxyd und Quarz in solchen Verhältnissen enthalten, dass der Schwefelkies durch den der Oxyde oxydirt wird, wobei alles Kupfer mit dem überschüssigen Kupfer zu Stein z tritt, das zu Oxydul oxydirte Eisen aber mit dem Quarz Schlacke bildet. Der sich weisse Concentrationsstein wird auf Roh- oder Schwarzkupfer verschmolzen. Dur Röstschmelzen wird der Schwefel als Schwefligsäure beseitigt und zugleich Arsen, Koba Zinn, Eisen u. s. w. entfernt. Während des Einschmelzens zerlegen sich Kupferox Schwefelkupfer gegenseitig zu Schwefligsäure und metallischem Kupfer ($2Cu_2O +$ $SO_2 + 6Cu$). Das geschmolzene Rohkupfer wird in Formen abgestochen.

In Russland bewähren sich die mit Masutfeuerung versehenen Oefen zum Sch Raffiniren des Kupfers (J. 1893, 302; 1894, 213).

In den Vereinigten Staaten wird das gediegene Kupfer vom Obernsee so v dass im Flammofen reines Kupfer und reiche Schlacke erhalten werden. Die beim Ein des Rohkupfers mit kupferhaltigen Schlacken und Kalkstein gebildete, meist 5 bis Kupfer enthaltende Schlacke wird 4- bis 6mal ausgezogen und im Flamm- oder Sc weiter entkupfert. Das Kupfer enthält jetzt etwa 0,72 Proc. Sauerstoff. Nun wird u zutritt durch Gewölbe, Aschenfall und Feuerbrücke und unter Umrühren das Kupfer hitzt (Verblasen), die entstehenden 12 bis 40 Proc. Kupfer enthaltenden Schlacken v Zeit abgezogen, um sie nebst den Raffinirschlacken zur nächsten Beschickung zu gebe Kupfer übergar ist, d. h. etwa 1 Proc. Sauerstoff enthält. Nun wird durch Entfe Sauerstoffes mittels Polen raffinirt, indem man die Oberfläche des Metalls völlig von reinigt, mit Kluftholz und Holzkohle bedeckt und den Polstab einsenkt. Alle 10 bis 1 werden Proben genommen, bis sich keine schwarzen Flecken mehr auf der Bruchfläc diese vielmehr sehnig und seidenglänzend ist. (Vgl. J. 1895, 213; 1896, 201.)

Manhès[1]) hat den von Holvay (1879) gemachten Vorschlag, die Kup der Bessemerbirne zu verarbeiten weiter verfolgt. Der verwendete ofen besteht im Wesentlichen aus einem wagerechten, mit feuerfesten, sau

1) J. 1879, 176; 1881, 72; 1882, 132 u. 134; 1883, 160; 1885, 107; 1886, 1 236; 1898, 186.

ı Steinen ausgesetzten Blechcylinder A (Fig. 202 und 203), welcher auf Rollen
Axe gedreht werden kann. Die äusseren Oeffnungen c des Windkastens d
en Windformen e gegenüber und können durch Pfropfen verschlossen werden.
ritt die aus einem beliebigen Feuerraume kommende Flamme ein, während die
nungsproducte bei G entweichen. Ist der Apparat dadurch genügend erhitzt,
t man denselben vor jenen Ofen, welcher das geschmolzene Erz enthält, dreht
nder, dessen Bogenstücke K auf Rollen r liegen, mittels Kurbel N, deren Trieb
m Cylinder befestigten Zahnkranz n eingreift, bis der Cylinder A die Stellung
einnimmt, und lässt das geschmolzene Metall zu der Mündung H einlaufen.
n dasselbe auch mittels einer Kelle einschöpfen, oder die Schmelzung überhaupt
der selbst mittels der seitlich einschlagenden Flamme vornehmen. Nachdem
rat die gehörige Füllung empfangen hat, wird derselbe durch Drehung der auf
laufenden Räder R mittels Kurbeln T an eine geeignete Stelle gefahren, der
sten mit gepresster Luft oder Gas gefüllt und der Cylinder A in eine geeignete
bracht (vgl. Fig. 205 u. 206). Je nach Art der beabsichtigten Wirkung ver-
an die Windleitung w mit dem Behälter U, damit die darin enthaltenen pulver-

Fig. 202.

Fig. 203.

Fig. 204. Fig. 205. Fig. 206. Fig. 207.

ı Stoffe (Quarz u. dgl.) in die flüssige Masse eingeblasen werden können.
ntsprechende Neigung des Schmelzofens kann man dann die Schlacke, schliess-
h das Metall ausgiessen (vgl. Fig. 207). Zur Verarbeitung von Kupferstein
n denselben z. B. aus einem gewöhnlichen festen Schmelzofen in den erhitzten
r A fliessen, fährt denselben an die geeignete Stelle und dreht den Cylinder so
is der Windstrom durch eine gehörig starke Schicht der flüssigen Masse dringt.
ıerstoff der eingeblasenen Luft verbindet sich mit dem Schwefel, um Schweflig-
ınd mit den anderen Stoffen, um Oxyde zu bilden, welche mit den Gasen nach
ıdensationskammern geführt werden, wo sie sich niederschlagen. Die Schweflig-
ann zu den Bleikammern geleitet und in Schwefelsäure verwandelt werden.
leichter oxydirbaren Stoffe entweichen, bleibt schliesslich im Cylinder noch

Unterschwefelkupfer, was sehr deutlich an der Farbe der Flamme zu erken
Jetzt dreht man den Cylinder so, dass die Windformen mehr und mehr über d
fläche der Metalle kommen. Von diesem Augenblicke an findet sich das Ku
der Schwefel beständig verbrannt wird, im Ueberschusse vor und scheidet sich
Verbindung aus. Das Kupfer sinkt unter das verbleibende Unterschwefelkup
man lässt nun die Windformen allmählich so ansteigen, dass der Wind nur
letzteres bläst; auf diese Weise wird nach und nach alles Unterschwefelkupfer
Es bleibt jetzt nur noch Rohkupfer im Cylinder, welcher geleert wird, oder a
zum Raffiniren des Kupfers in der üblichen Weise benutzt werden kann. Ist al
oxydirt, so dreht man den Cylinder in die Stellung Fig. 204 und giesst die Schl

Auf der Kupferhütte zu Bogoslowsk im Ural werden die gerösteten Erze
stein mit durchschnittlich 20 Proc. Kupfer verschmolzen, welchen man im B
apparat *A* (Fig. 208 u. 209) zuerst auf Weissstein mit etwa 64 Proc. Kupfer un
dann in einer besonderen Operation auf Schwarzkupfer mit etwa 96 Proc. Ku
schmilzt, raffinirt wi kann so d Schlacken ersten G den gegen erfolgende Schlacken verliert Kupfer, Mehrkoste Steinschm Flammofe ring. Au (J. 1892) aus *a* m gespeisten eine Neig 45⁰ und v

Fig. 208.

Fig. 209.

Mengen derart, dass, sobald sich Weissstein oder Schwarzkupfer gebildet ha
Trennung von Stein oder Kupfer von der Schlacke ein wenig über den Dü
findet. Bei der ersten Operation werden die Rohsteine in Mengen von 1
getragen und in 3 Stunden mit Holz eingeschmolzen. Man stellt alsdann
wagrecht, lässt den Stein durch eine mit einem Gemenge von Kohle und Q
gefütterte bewegliche Rinne in den Hals der Birne fliessen und beginnt na
Aufrichtung zu blasen, wo sich dann Schwefel und Eisen oxydiren und aus de
halse eine gelbe, am Rande etwas violette Flamme aufsteigt, welche hellle
Fünkchen zeigt. Mit der Abnahme des sich oxydirenden Eisens wird sie kl
grün. Erscheint sie vollständig grün (nach 25 bis 30 Minuten), so lässt man d
stein mit durchschnittlich 64 Proc. Kupfer in Formen fliessen und trennt die
davon während des Erkaltens mittels Hammerschlägen. — Bei der zweiten (
wird der Stein im Flammofen wieder flüssig gemacht. Die Temperatur s
Schwefel trägt nur wenig zur Wärmeerzeugung bei, zeitweilig droht der Ste
starren, wo dann Kohle in die Birne geworfen werden muss. Man hält die (
nach 1 bis 1,5 Stunden beendigt, wenn beim Einhalten einer Schaufel in die
sich daran setzenden Auswürfe keinen Weissstein mehr enthalten; die anfan

wird gegen das Ende rothgelb. Man giesst alsdann die Schlacke mit 5 bis
upfer ab, dann lässt man das Schwarzkupfer ausfliessen, welches der Raffination
nofen unterworfen wird.

h Parsons (J. 1897) sind die Bessemerbirnen für Kupferstein mit
emenge von 80 Th. Quarz und 20 Th. Thon ausgestampft. Der Kupferstein
einem Wassermantel-Cupolofen niedergeschmolzen, in die vorgewärmte Birne
ien. 2 t eines 56proc. Steins werden in 80 Minuten auf 99proc. Kupfer ver-
Wird die Flamme nach 30 bis 40 Minuten hellblau, so wird die Schlacke ab-
it, nach weiteren 40 bis 50 Minuten wird das Metall ausgegossen.

m Bessemern von Kupferstein werden die Verunreinigungen viel rascher aus-
en als im Flammofen. Besonders ein Ueberblasen wirkt wesentlich reinigend
, 186).

Gewinnung des Kupfers auf nassem Wege [1]). Die Cementation
n dem Ausfällen des Kupfers aus Kupfervitriollösung durch metallisches Eisen;
ösungen kommen als Grubenwässer oder Cementwässer vor. Man hebt die
ässer in einen grossen Behälter, um sie durch Absetzen von Eisenocker zu
und leitet sie darauf in die Cementgruben, in welche das zur Zersetzung des
itriols bestimmte alte Eisen gebracht wird. Von Zeit zu Zeit werden die
tze in den Sümpfen aufgerührt, die trübe Flüssigkeit wird mit allem Schlamm in
ümpfe geleitet, in welchen sich der Schlamm absetzt. Dasselbe Verfahren
h bei der Verarbeitung armer ockriger und kiesiger Kupfererze, bei verwitterten
und der kupferhaltigen Kiesabbrände angewendet. Um das Kupfer in Lösung
en, verwendet man bei kupferhaltigen Schwefelkiesen das Verwittern oder auch
en (sowohl das oxydirende als auch das chlorirende J. 1894, 259; 1897, 271)
sser der Röstung wird zum Zweck des schnelleren Aufschliessens der Kupfer-
ngen auch noch das Sulfatisiren der auszulaugenden Erze oder Producte mit
n vorgenommen. Das Ausfällen des Kupfers aus der Lösung geschieht meist
sen oder (in Norwegen nach Sinding's Verfahren) durch Schwefelwasserstoff;
llte Schwefelkupfer wird entweder auf Kupfervitriol oder auf metallisches
verarbeitet.

pfer und Silber enthaltende Kiesabbrände werden (in Duisburg, Königshütte)
s 5 Proc. Salz in Muffeln geröstet, dann mit Wasser ausgelaugt und auf Eisen
olzen (S. 163). Aus der Lösung wird das Silber mit Jodkalium gefällt, dann
fer durch Abfalleisen. Zur Fällung von Wismuth, Blei und Silber aus den
wird auch Natriumchromat vorgeschlagen (J. 1894, 266). Kestner (J. 1893)
er die 400 bis 450° heissen Abbrände Chlorwasserstoff und Luft und laugt das
aus.

m Dötsch-Process werden auf den Riotinto-Werken die Kiese mit Eisenchlorid
t: $CuS + Fe_2Cl_6 = 2FeCl_2 + CuCl_2 + S$ und $Cu_2S + Fe_2Cl_6 = 2FeCl_2 + Cu_2Cl_2 + S$.
tische Brauchbarkeit dieser Reactionen beruht darin, dass das Eisenchlorid in Lösung
eise die Kupfersulfüre angreift, während der Eisenkies fast ganz unverändert bleibt.
Eisenchlorides verwendet man eine Lösung von Eisenoxydsulfat und Kochsalz, welche
Natriumsulfat und Eisenchlorid umsetzen. Die Eisenchloridlösung wird gleichmässig
Kopffläche der Haufen vertheilt. Die Lösung durchsickert den Haufen und läuft in
hälter, wo sie sich klärt, worauf sie in die Fällbehälter geleitet wird. Vor dem Auf-
der Haufen wird dem Kiese 0,5 Proc. Kochsalz und eine gleiche Menge Eisenoxydsulfat
gt. Die Höhe der Haufen wechselt von 4 zu 5 m. Bei methodischer Auslaugung
4 Monaten dem 2,68 Proc. Kupfer enthaltenden Kiese durchschnittlich die Hälfte, also
c., in 2 Jahren 2,2 Proc. entzogen, während man in derselben Zeit nach dem alten Ver-
les Röstens in freien Haufen und der Auslaugung mit reinem Wasser nur 1,1 Proc. er-

---

[1]) Vgl. J. 1884, 182; 1885, 114; 1886, 167; 1887, 381; 1890, 373; 1898, 185.

halten hat. Das Kupferchlorür wird mit Eisen gefällt, die Lauge wird nach dem Durchle
Chlor aufs Neue benutzt. Das Chlor wird durch Glühen eines Gemenges von Seesalz un
sulfat unter Luftzutritt hergestellt: $2FeSO_4 + 4NaCl + 3O = Fe_2O_3 + 2Na_2SO_4 + 2C$

Das durch Schmelzen des Cementkupfers, oft unter Zusatz von Kalk, erhaltene R
wird dann in der S. 238 angegebenen Weise raffinirt. Dabei ist zu bemerken, dass
Reduction des Kupferoxyduls, sowie auch besonders bei von Wismuth und Blei freien
mit Erfolg Phosphor angewendet hat, zweckmässig mit dünnem Kupferbleche umwickelte
Phosphor. Nach Stahl (J. 1887, 383) gibt man den Phosphor am besten zu dem
gegossenen Kupfer in die Form. Im Allgemeinen fallen die beim Raffiniren zur the
Entfernung des Sauerstoffes mit Phosphor, Phosphormangan u. s. w. behandelten Kupf
und fester aus als die zähegepolten. Nach Beendigung des Dichtpolens besitzt das Kup
Sauerstoffgehalt von etwa 0,2 Proc., welcher ein Walzen und Schmieden desselben in d
glut, nicht aber bei gewöhnlicher Temperatur gestattet. Sucht man nun zur Beseitig
Kaltbruches den Sauerstoffgehalt durch fortgesetztes Zähepolen auf etwa 0,07 bis 0,05
vermindern, so löst das Kupfer Polgase oft in solcher Menge, dass dasselbe noch wen
Anforderungen wegen seiner Porosität genügt als zur Zeit seines höheren Sauerstoff
Diese Gasaufnahme bedingt das sog. Steigen oder Laufen des Kupfers. C. Th. B
(J. 1876, 189) hat als Ursache dieser Erscheinung die Aufnahme von Schwefligsäu
flüssiges Raffinadkupfer bezeichnet, welche bei der Abkühlung des Kupfers wieder frei
durch Einwirkung von Schwefelkupfer auf Kupferoxydul entsteht: $2Cu_2O + Cu_2S = 3Cu$
Während nach Ledebur (J. 1885, 105) mit der Abnahme von Kupfersulfür und Kupf
im Metallbade auch die Umsetzung dieser Stoffe entsprechend verlangsamt wird, hat
(J. 1885, 105) nachgewiesen, dass Kupfer trotz seines Sauerstoffgehaltes noch Schwe
neben Schwefligsäure enthalten kann. Drei Mansfelder Kupfer hatten z. B. folg
sammensetzung:

	I	II	III
Kupfer	98,9048	99,5200	99,6125
Silber	0,0287	0,0280	0,0292
Blei	0,0208	0,0232	0,0200
Arsen	0,0223	0,0228	0,0172
Antimon	0,0059	0,0031	0,0023
Nickel	0,2200	0,2142	0,2112
Eisen	0,0029	0,0039	0,0039
Sauerstoff	0,7464	0,1546	0,0752
Schwefel	0,0036	0,0021	0,0024

I. übergares Kupfer, nach 9stündigem Einschmelzen und 4stündigem Oxydiren;
gepoltes Raffinad, nach 1½stündigem Dichtpolen; III. zähe gepoltes Raffinad, nach 1s
Zähepolen.

Dass nicht immer Schwefligsäure das Steigen des Kupfers veranlasst, sondern
auch durch Polgase (Kohlenwasserstoffe, Kohlenoxyd, Wasserstoff) hervorgebracht werd
beweist der Umstand, dass gerade die reinsten Kupfer auch bei Anwendung des beste
stoffes um so mehr steigen, je länger die Zäheperiode dauerte. — Stahl hat nachgewie
in hochgepolten und gestiegenen Kupfern keine Spur Schwefel vorhanden war. Ist da
durch Schwefligsäure veranlasst, so ist nach demselben im Kupfer Schwefel noch nachz
Es ist sehr schwierig, während des Ausschöpfens des Kupfers den Luftzutritt so zu reg
alle brennbaren Gase verbrennen und das Kupfer unverändert bleibt. Bei zu knap
zuführung befindet sich eine reducirende Atmosphäre im Ofen, das Kupfer absorbirt Ko
seine Gahre steigt während des Giessens, es wird porös und muss durch Oxydation
unten zu erwähnenden Mittel wieder dicht gemacht werden. Bei zu reichlicher Luftz
geht das Kupfer in der Gahre zurück, nimmt zu viel Sauerstoff auf und muss wieder zä
werden. Verbrennungsgase werden dabei nicht absorbirt, indem deren Verbrennungs
(Kohlensäure und Wasserdampf) nicht absorbirt werden. (Vgl. J. 1893, 308.)

Ein Zusatz von Blei soll das Steigen des Kupfers durch Schwefligsäure dadurch
dass sich dasselbe mit der Säure in Schwefelblei und Bleioxyd umwandelt, ferner da
durch Reinigen von Antimon und Arsen zum Walzen und Hämmern geeigneter mache
Stahl wirkt dasselbe dadurch, dass es poröses Kupfer dicht macht, indem sich da
Kupfer auflöst, theilweise verdampft und wie Kohlensäure und Wasserdampf die ab
Gase austreibt. Bei Zusatz von zu viel Blei beim Raffiniren wird das Kupfer beim
schiefrig. — Arsen verhindert unter Umständen die Aufnahme von Polgasen und erh
das Kupfer dicht. Solches Arsen haltiges, selbst bei lang andauernder Zähepolperiode e
Kupfer besitzt neben einem geringen Sauerstoffgehalte wegen seiner Dichtigkeit die F

hanisch besser verarbeiten zu lassen, als das undichtere oder an Sauerstoff reichere
ıad, selbst noch bei einem Arsengehalte von 1 Proc. — Antimon scheint sich ähnlich
ı zu verhalten. — Magnesium ist ebenfalls versucht.

.winnung und Reinigung von Kupfer durch Elektricität.
ı Marchese für eine Gesellschaft in Genua gebaute Anlage besteht aus
mens'schen Maschinen für Elektrolyse, welche mit einer Spannung von
und einer Stromstärke von 250 Ampère je 12 Bäder bedienen. Ein Theil
erarbeitenden Kupfererze wird je nach deren Beschaffenheit in bestimmter Art
n Rohstein verschmolzen, welcher als Anode (vgl. S. 249) für den Process
d aus etwa 30 Proc. Kupfer, 30 Proc. Schwefel und 40 Proc. Eisen zusammen-
st. Ein anderer Theil der Erze wird geröstet, um dann eine Lösung herzu-
welche so viel Kupfervitriol enthält, als nöthig ist, um das Eisensulfat der
für die elektrolytische Zersetzung derselben Kupfervitriollösung nutzbar zu
Der Theil des Minerals, welcher
len bestimmt ist, wird zu Rohstein
olzen. Man giesst den Rohstein
e Platten und setzt zugleich einen
treifen ein, um die Verbindung mit
omkreise herzustellen. Die Kathoden
249) werden aus dünnen Kupfer-
gebildet. Ein Theil der Erze wird
, um die zur Elektrolyse nöthigen
herzustellen. Die gerösteten Erze
ausgelaugt unter Zusatz von Schwefel-
ım das als Kupferoxyd vorhandene
aufzulösen, die erhaltene Lösung wird
n Behältern gebracht, in denen sich
fer auf den Kathoden niederschlägt;
ı werden die die Anoden bildenden
elmetalle angegriffen; es bilden
erbei Eisensalze und Schwefelsäure,
den Niederschlag des Eisens aus
senvitriole und die Entwicklung von
stoff verhindern sollen. Um die
ng der Lösung und deren richtige Zu-
setzung beizubehalten, wird dieselbe
lie Sammelröhren aus den einzelnen
nach den Laugebehältern gebracht
f diese Art ein regelmässiger und
esetzter Kreislauf zwischen Bädern
ugebehältern unterhalten. Die erfor-
e Spannung beträgt dann etwa 1 Volt.
eine zweckmässige Zusammenstellung
der, eine richtige Zusammensetzung
sung und einen passenden Kreislauf
die tägliche Ausbeute an reinem
angeblich 20 k für 1 Pf. Die
e (Fig. 210) veranschaulicht die Auf-
erfolge des Verfahrens. Der Betrieb wurde nach einiger Zeit wieder eingestellt,
er nach Ueberwindung der technischen Schwierigkeiten jetzt wieder mit Erfolg

Fig. 210.

aufgenommen sein. Eine ähnliche Anlage nach demselben Verfahren ist in St
bei Aachen erbaut (J. 1885, 121), ist aber wieder aufgegeben (J. 1894, 365).

Von Siemens & Halske wurde auf ihrem Werke zu Martinikenfelde
eine grössere Kupfergewinnungsanstalt vom Juni 1890 ab einige Zeit im Betrieb ge
Die der Elektrolyse unterworfene Flüssigkeit bestand aus einer Lösung von Eise
und Kupfervitriol unter Zufügung von etwas freier Schwefelsäure zur Verbe
ihrer Leistungsfähigkeit. Dieselbe wurde ununterbrochen dem Kathodenraum zug
wobei sich ein Theil des Kupfers durch den elektrischen Strom metallisch an der K
absetzte, und floss dann zum Anodenraum, um am Boden desselben wieder abg
zu werden. Während dieses Niederganges wurde das schwefelsaure Eisenoxy
nächst in basisches schwefelsaures Eisenoxyd, sodann durch Aufnahme von aus
setzung des Kupfervitriols herstammender freier Schwefelsäure in neutrales sc
saures Eisenoxyd umgewandelt. Die abfliessende, neutrales schwefelsaures Eis
enthaltende Lösung hat die Eigenschaft, Halbschwefelkupfer, Einfachschwefe
sowie auch metallisches Kupfer in Kupfervitriol überzuführen. Es wird da
schwefelsaure Eisenoxyd in schwefelsaures Eisenoxydul zurückgebildet, währe
dabei freiwerdende Sauerstoff das Kupfer oxydirt. Diese Oxydirung bez. Au
des Kupfers geschieht bei manchen fein gepulverten, geschwefelten Kupfererzen
wendung mässiger Erwärmung der Lösung schon in ungeröstetem Zustand voll
bei anderen Erzen muss eine mässige Röstung des Erzpulvers der Lösung des
voraufgehen, durch welche die Kupferverbindung wesentlich in Halbschwef
gewandelt wird. Die aus den elektrischen Zellen austretende, theilweise entk
und gleichzeitig oxydirte Lauge wurde ununterbrochen mit dem erforderliche
pulver gemischt, dem Anfang der Rinne zugeführt und verliess dieselbe mit d
kupferten Pulver am anderen Ende derselben. Die Trennung des ausgelaugt
pulvers von der lösenden Flüssigkeit geschah durch Absetzen oder einen Filtrir
mit Luftverdünnung. Die Lösung war jetzt wieder kupferreich und desoxyd
wurde dem elektrischen Apparat von Neuem zugeführt. Auch dieses Verfahren
Erwartungen bis jetzt nicht entsprochen[1]).

Nach den verschiedenen Patenten und sonstigen Angaben Höpfner's[2]) wer
gemahlenen Kupfererze mit Kupferchloridlösung behandelt, aus der erhaltenen C
lösung wird das Kupfer elektrolytisch gefällt. Das Verfahren hat bisher kein
tischen Erfolge gehabt; ob die der neuen Anlage in Papenburg, welche noch End
in Betrieb kommen sollte, günstiger sind, bleibt abzuwarten. Hier werden die
einer Krupp'schen Kugelmühle fein gemahlen, danach mit heisser Kupferchlor
in einer Laugetrommel behandelt, wodurch Kupfer und Silber, Blei und Nicke
werden, während aus Kupferchlorid Chlorür entsteht. Die Lösung wird a
zunächst von den etwa gelösten schädlichen Stoffen Arsen, Antimon, Wismuth un
durch Kalk gereinigt, dann von Silber befreit. Die derart gereinigte Lösung
fliesst in getheiltem Strom ein durch Diaphragmen in Anoden und Kathodenze
theiltes Bad, in welchem die Anoden aus Kohle, die Kathoden aus Kupfer be
An den Kathoden wird die Lauge von Kupfer befreit, welches sich in feinkrystall
Form niederschlägt. Der zu den Anoden geführte Laugenstrom nimmt das in
gesetzte Chlor auf, damit wieder Kupferchlorid bildend, welches nach vorheri
hitzung wieder zum Auslaugen von Erzen verwendet wird. Der Process ist ein
lauf ohne Abwässer und ohne Säureverbrauch. Aus rohen Riotintokiesen mit 3,3
Kupfer sollen in 4 Stunden schon 91 Proc. des enthaltenen Kupfers gelaugt

1) Vgl. J. 1888, 318; 1889, 290; 1890, 375; 1891, 242; 1898, 270.
2) J. 1890, 357; 1892, 223; 1893, 303; 1894, 266, 364 u. 372; 1898, 269.

nur etwa 3 Proc. des im Erz enthaltenen Eisens gelöst waren. Bei längerer
it wurden 98,5 Proc. des enthaltenen Kupfers gelöst, wobei nur etwa 4 Proc.
altenen Eisens gelöst waren. Das nach der elektrolytischen Abscheidung des
in der Kathodenlauge etwa noch vorhandene Blei und Nickel wird dann eben-
eschieden, ersteres schwammig, letzteres kupferfrei und in festen Platten.

ch Coehn (J. 1895) gelingt die Ge- von Kupfer ohne Diaphragma mit Hilfe rates Fig. 211. Die Lösung von Kupfer- in chlornatriumhaltiger Salzsäure fliesst nterbrochen zu, die Kupferchloridlösung sten Punkte ab, um wieder zur Laugung pfererzen verwendet zu werden. Von der nen Brauchbarkeit dieses Apparates ver- chts.

Fig. 211.

r die Raffinirung des Kupfers[1]) e m e n s ist eine Entfernung der Elektroden n, eine Stromdichte von 20 bis 30 Ampère Kathodenfläche und als Bad eine Lösung) g schwefelsaurem Kupfer und 50 g lsäure auf 1 *l* Wasser zu empfehlen. Die g am Bade beträgt dann nur 0,1 bis t. Wesentlich ist, dass das Bad stets nd in fortwährender Bewegung ge- ird.

Einfluss der Bewegung auf die Spannung t zunehmender Verunreinigung des Roh- bedeutend, wie nachfolgende Versuchsreihe it Kathoden aus elektrolytischem Reinkupfer Elektrodenentfernung und 20 Ampère auf omdichte:

1 *l* Lauge enthält	Anode	Spannung in Volt mit Laugenbewegung	Spannung in Volt ohne Laugenbewegung
	Reinkupfer	0,095	0,095
pfervitriol und 50 g Schwefelsäure	Schwarzkupfer	0,120	0,120
	Kupferstein	0,40	0,40
	Reinkupfer	0,24	0,243
pfervitriol	Schwarzkupfer	0,275	0,278
	Kupferstein	0,532	0,535
upfervitriol, 158,2 g Eisenvitriol und	Reinkupfer	0,22	0,75
chwefelsäure	Schwarzkupfer	0,25	0,75
	Kupferstein	0,50	1,00
	Reinkupfer	0,30	1,10
Lösung ohne Schwefelsäure . . .	Schwarzkupfer	0,35	1,15
	Kupferstein	0,75	1,30

e verwendete Schwarzkupferanode enthielt 96,6 Proc. Kupfer, 0,403 Proc. Silber,
oc. Gold, 1,23 Proc. Arsen, 1 Proc. Eisen und 0,54 Proc. Schwefel.
bgesehen von dieser Steigerung der Potentialdifferenz wird durch schlechte Bewegung
ge aber auch die physikalische und chemische Beschaffenheit des Niederschlages un-

J. 1879, 176; 1882, 139 u. 1154; 1883, 1303; 1884, 139 u. 1321; 1885, 115; 1889, 291;
75 u. 431; 1891, 241; 1898, 288.

günstig beeinflusst. Je lebhafter die Bewegung ist, desto reiner, fein krystallinische schmeidiger wird das Kupfer, auch in ganz reiner Lauge und bei richtiger Befol sonstigen Normalverhältnisse.

Die Verunreinigungen, welche durch Anoden aus Schwarzkupfer, Blasenkupfe die Lösung gebracht werden, sind hauptsächlich Sb, As, Bi, Cd, C, Co, Au, Fe, Pb, Mi Sn, Zn, Sulfide von Fe, Cu, Ag, Al, Ca, Mg, Si. (Schwarzkupfer z. B. enthält 1,23 1 Proc. Fe, 0,54 Proc. S, 0,4 Proc. Ag, 0,011 Proc. Au.) In einer angesäuerten Lö Kupfervitriol lösen sich Cd, Co, Fe, Zn, Al, Mg und Alkalien auf, Sb, As, Bi, Sn, Si t C, Au, Pt und S, sowie Pb, Ag, CuO_2 und AgS und CuS fallen zu Boden. Die Folge Anoden ist ihre sehr unregelmässige Auflösung, theilweises Abfallen und Schlammbi Boden des Bades, sowie durch nichtleitende Ueberzugsbildung Widerstandsvermehrung

Die Anwesenheit von Zn, Cd, Mn oder Fe in den Anoden unterstützt, wenn a ringem Maasse, die normale Stromwirkung, was jedoch mehr als vollkommen durch d verknüpften Nachtheile ausgeglichen wird. Enthält die Lösung Oxydsalze von Fe od treten diese an der Kathode als Oxydulsalze auf, so dass ein Theil des Stromes bes dieser Reductionsthätigkeit verloren geht.

Die Lösung ist wegen der theilweisen Zersetzung der Anoden stets reiner als di jedoch stets mehr oder weniger die Sulfate von Fe, Zn, Mn, Cd, Co, Al, Mg, Ca, K basische Sulfate von Sb, Fe, Bi und Sn, sowie Arsenig- und Arsensäure enthalten, von das Eisensulfat am meisten vertreten ist, während As-, Sb- und Bi-Verbindungen am nehmsten sind, weil sie sich mit dem Kupferniederschlag legiren.

Selbst das reinste elektrolytisch erhaltene Kupfer enthält geringe Spuren von F Ag. Folgendes sind die Bedingungen zur Erzielung möglichst reinen Kupfers: 1. Ab von Ag, Bi, Sb, As und Sn in Lösung. 2. Gemässigte Stromdichte an der Kathode. halten und Circulation der Lösung. 4. Vermeidung von Bodensatzberührung mit der Je langsamer der Niederschlag, um so reiner ist er.

Die erste derartige Anlage wurde 1878 von Siemens & Halske in Oker angel eine Anlage mit C_1 bei Kayser & Comp. in Moabit bei Berlin; mit der Maschine kleinerte C_1) bei Schreiber in Burbach bei Siegen; Anlagen mit C_{18} für die König Schlesien und das k. k. Hüttenwerk in Wittkowitz (Mähren); ähnliche Anlagen sin Norddeutschen Affinerie in Hamburg, in Mansfeld u. s. w. im Betriebe.

Der Anodenschlamm[1]) besteht je nach der Beschaffenheit des silberhaltigen R aus Gold, Silber, Platin, metallischem Kupfer, Kupferoxydul, Halbschwefelkupfer, Sulfaten des Wismuths, Antimons und des Zinns, Bleisulfat, freiem Schwefel und aus m weniger oxydirtem und gebundenem Antimon und Arsen (arsensaure und antimonsau oxyde). Der Gehalt an edlen Metallen wechselt in Folge der Verschiedenheit der be Rohkupfersorten bedeutend. In Altenau wird der Anodenschlamm mit Kalk gemisc Ziegelform geschlagen. Diese Ziegel werden getrocknet und dann in einem Schach Bleicharge und basischen Schlacken verschmolzen. In Oker wird der Schlamm dem schmelzen" zugeschlagen, wobei ein reiches Werkblei, Lech und Speise entsteht. Die i und Oker erzeugten Reichbleie werden dann auf gewöhnliche Art abgetrieben. Auf de „Oeschger, Mesdach & Cp." in Biache-Saint-Waast (Pas de Calais) wird der Bädern ausgehobene Schlamm gewaschen und, um ihn noch von Kupfertheilchen zu durch ein Sieb geschlagen. Sodann wird der Anodenschlamm mit Glätte und mit red Zuschlägen in einem Schachtofen geschmolzen. Das so erhaltene Zwischenproduct w mit silberhaltigem Blei auf einem Treibherd abgetrieben. Auch in Hamburg soll di gang in Anwendung sein. Die amerikanischen Kupferhütten benutzen zur Verarbe Schlammes den nassen Weg, der in einigen Fällen mit dem trockenen Wege verbun Moebius verwendet eine doppelte Elektrolyse des Anodenschlammes; die erste El bezweckt die Anreicherung der edlen Metalle im Schlamm, die zweite die elektrolytis scheidung. Die Anoden der ersten Elektrolyse werden aus dem ungeschmolzenen schlamm gegossen und als Kathoden dienen dabei Kupferbleche. Als Elektrolyt w angesäuerte Lösung von Kupfernitrat oder, wenn die Anodenlegirung arm an Silber Lösung von Kupfersulfat verwendet. Beim Durchgang eines Stromes mit kleiner elel rischer Kraft geht das Kupfer in die Lösung und Ag, Au, Pt u. s. w. scheiden sich als losen Krystallen bestehender Ueberzug an den Anoden aus, von welchen sie abgebürste Das in diesem Zustande gesammelte Material wird eingeschmolzen und wieder in An gossen. Das güldisch Silber dient dabei als Anode und Blechtafeln aus Feinsilber b Kathoden. Der Elektrolyt besteht aus einer mit Salpetersäure angesäuerten Lösung vo und Silbernitrat.

---

1) J. 1895, 221 u. 230; 1896, 302.

Oker (vgl. S. 239) arbeiten 6 Maschinen: 5 Maschinen C_1 und eine Maschine C_{18}, von e 250 bis 300 k Kupfer täglich niederschlägt bei einem Arbeitsverbrauche von 7 bis e jährliche Leistung beläuft sich daher auf 500 bis 600 t Kupfer. Das zu raffinirende t bereits einen hüttenmännischen Raffinirprocess durchgemacht und enthält nur $^1/_3$ bis Jnreinigkeiten; das Rohkupfer sowohl, wie das Reinkupfer werden in Form von Platten et von etwa 1 m Länge und 0,5 m Breite. Die etwa 15 mm dicken Rohkupferplatten Abständen von 10 bis 15 cm in Kästen eingesetzt und zwischen dieselben Kupferbleche den aufgehängt. Die Reinkupferplatten werden in etwas geringerer Stärke in den geben. Jede Maschine C_1 mit 3,5 Volt Klemmspannung und 1000 Ampère Stromstärke n der Regel 12 hintereinander geschaltete Bäder; jede Anlage, welche von einer Maschine en wird, nimmt einen Raum von ungefähr 80 qm ein. Die Maschine C_{18} liefert eine von 30 Volt bei einer Stromstärke von 120 Ampère (in anderen Fällen 15 Volt und re). Dieselbe betreibt in Oker etwa 80 kleinere Bäder. Der Raum der Anlage, die r Lauge, Betriebskraft, Kupferniederschlag sind bei dieser Maschine ganz ähnlich wie nlagen mit C_1. Die Kosten der Anlagen sind jedoch verschieden und ein erheblicher ler Anlage C_{18} vor den übrigen besteht darin, dass die Bäder in recht erhebliche Enton der Maschine gebracht werden dürfen, was bei C_1 nicht angeht.

der von Siemens & Halske für Gebr. Borchers in Goslar gelieferten) wurde für die Anoden (Fig. 212) die in den Siemens'schen Anlagen gehe Form beibehalten. Das Kupfer wird im Flammofen raffinirt, bez. einge-n. Als Kathoden dienen stets dünne Feinkupferbleche (*k* in Fig. 213). Als enen mit Blei ausgelegte Holzbottiche *H*. Das Bleifutter ist über den Bottich-gebogen. Auf diesen wird ein mit Oel oder anderen, das Ansaugen von Wasser

Fig. 212.

Fig. 213.

len Stoffen getränkter Holzrahmen *r* aufgelegt, um die Stromleitungen (+) und ei Kupferblechstreifen isolirt voneinander zu halten. Bevor die Elektroden ein- werden, ist der Abflussheber *x* in den Bottich einzusetzen; dann folgt der auf iedrigen Holztische *t* ruhende Schlamm-Sammelteller *s*, eine an ihren Rändern gene Bleiplatte. Die Anoden hängt man direct in die Bäder ein; sie müssen on den (—)-Leitungen durch kleine Gummiplatten *i* isolirt werden. Die Kathoden an Haken aus Kupferblech auf Holzleisten gehängt. Einer jener unten zu Haken umgebogenen Kupferblechstreifen wurde etwas länger genommen, um

Borchers: Elektrometallurgie S. 181; Zft. Elektroch. 1898, 555.

nach mehrmaligem Umwickeln um die Holzleiste mit der Leitung (—) in Berühr
bracht zu werden und so die Verbindung mit der Stromquelle herzustellen.

Um die nothwendige Laugencirculation herbeizuführen, erhielt jedes Bad
zahlreichen engen, nach unten gerichteten Stutzen versehenes Vertheilungsrohr v
steht durch einen mit Quetschhahn q versehenen Gummischlauch mit der an d
Seitenwand der Bottiche angeordneten Flüssigkeitshauptleitung in Verbindung.
dem Schlammteller weg wurde die Lauge durch den Heber x in das Gerinn
geführt.

Die Vertheilung der Laugen auf die Bäderreihen erfolgt von einem hochst
Behälter aus, während die zurückfliessenden Laugen durch Gerinne Behältern zu
werden. Von hier aus konnten die Laugen wieder in den Betrieb zurückg
werden, oder sie wurden, wenn unrein, durch dieselbe Pumpe der Regeneratio
Cementationsanlage zugeführt. Die Regeneration besteht meist in Verdampfun
Krystallisationsprocessen, nöthigenfalls unter Zuhilfenahme von Fällungen.

Gebr. Borchers führten das Einblasen von Luft in die Bäder währ
Betriebes ein, um die in Lösung gegangenen Arsen-, Kobalt-, Nickel- und Eise
dungen so zu oxydiren, dass
innerhalb des Elektrolyten a
niate niederschlugen. Sie ve
ein weiteres Bleirohr b (Fig
das vom Flüssigkeitsspiegel
mitten unter den Schlammtell
In dieses Bleirohr ist ein unten
feine Spitze endigendes Gl
eingeführt. Letzteres wird
einen Stöpsel in der die Münd
Rohres b überdachenden Blei
gehalten. Durch dieses Glasro
man Luft in die Flüssigkeits
Rohr b ein; der Luftstrahl v
sich in der Flüssigkeit in Form
Luftbläschen, das spec. Gewi
so mit Luft durchsetzten Flüs
säule verringert sich, und die
keit steigt in dem Rohre b na
läuft über den Rand desselben und vertheilt sich oben in dem Elektrolysirgefäs
der unteren Mündung des Rohres b wird fortdauernd Flüssigkeit angesogen wer

Fig. 214.

Beim Einblasen von Luft werden schon in sauren Laugen Arsen und Eisen in F
Ferriarseniat gefällt; die Fällung geht in so ruhiger Weise vor sich, dass die Laugen vo
klar bleiben. Wismuth und Antimon fallen ebenfalls bei abnehmendem Säuregehalte des
lyten und bleiben dann auch zum Theil ungelöst im Schlamme der Bäder. Die Nothw
des Absetzens, Regenerirens oder anderweitige Zugutemachung der Laugen verringert
wesentlich. Fehlen Antimon und Wismuth im Anodenkupfer, so fallen diese lästigen
überhaupt fort. Siemens & Halske empfehlen ausserdem Erwärmung der Laugen,
die Ausfällung von Antimon- und Wismuthverbindungen noch wesentlich begünstigt wer

Sättigt sich der Elektrolyt nach längerem Gebrauche doch mit Antimon- und Wis
bindungen, so muss man die Badflüssigkeit abziehen, in einem besondern Behälter unter E
und Aufrühren mit Luft (Dampfstrahlgebläse) durch Kupferoxyd neutralisiren und filtrir
Zurückstellung eines Theiles der so erhaltenen Lösung zur Verarbeitung auf Kupfervit
der Rest derselben nach Einstellung auf die gewünschte Stärke und nach Zusatz der
Menge Schwefelsäure in den Betrieb zurückgeführt.

Als letzter Gewinn der neuen Arbeitsweise ist hervorzuheben, dass sich ohne Ein
guten Beschaffenheit des Gefüges und der Oberfläche des niedergeschlagenen Kupfers d

ı 30 auf über 100 Ampère auf 1 qm steigern liess. Durch diese Möglichkeit, die Strom- wesentlich zu erhöhen, wird der grosse Vortheil erzielt, dass bei demselben Kupferertrag ranlage die Bodenfläche, die in den Bädern vorhandene Menge an Kupfer, Silber und f etwa $^1/_3$ reducirt und die Arbeitslöhne erheblich verringert werden. Allerdings wird its die Arbeitskraft vermehrt, aber im Ganzen tritt trotzdem eine erhebliche Ersparniss triebskosten ein. Folgende Tabelle zeigt die letzteren für 30 und 100 Ampère auf 1 qm ıte.

gliche Betriebskosten bei 1 t täglichem Kupferertrag	Bisher 30 Ampère Stromdichte Mark	Jetzt 100 Ampère Stromdichte Mark
ər Arbeitskraft (1 Pf.-Stunde 5 Pfennig)	17,—	30,—
hne	30,—	15,—
ısen (5 Proc.)	15,60	4,80
ung der elektrischen Anlage (10 Proc.)	8,30	4,15
ər Erwärmung der Bäder (250 k Kohlen)	—,—	5,—
ər Regenerirung der Lauge	4,—	—,—
	74,90	58,95

o f e h r n [1]) verwendet Bäder aus in Theer gekochtem Holz mit Blei ausgekleidet 5 bis 217). Er rechnet, dass beim Uebergange von einem Bade zum andern lt und in den Leitungen 5 Proc. der elektrischen Energie verloren gehen, und einer Verarbeitung von 2400 k im Tage; bei kleineren Anlagen steigen und sseren Anlagen Verluste. Die c und Kathoden n Nebenschluss t. Es sind 5 bis 6 Bäder inander gestellt i solcher Reihen n gemeinschaft- Jnterbau ange- Diese Einrich- getroffen, um ung nur durch Bäder gelangen n, bevor sie zu inigungsvorrich- und Pumpen ehrt, um dann Kreislauf von nzutreten. Die ıg ist derartig, dass der Strom vom ersten Bad zum benachbarten der zweiten geführt wird, sodann von diesem zum zweiten derselben Reihe, von diesem veiten der ersten Reihe in derselben Weise weiter. Die aus den Bädern nde Lauge wird in einem unten liegenden Sammelkasten aufgefangen und aus in einen höher über den Bädern gelegenen Kasten gehoben, von wo aus die wieder zu dem ersten Bade einer Bäderreihe abfliesst. Aus einem Bade

Fig. 215. Fig. 216.

Fig. 217.

[1]) J. 1892, 224; 1893, 303; 1895, 217; 1896, 290; 1898, 264.

zum andern läuft die Lauge durch zwei Heber *e*, welche dieselbe tief absau[illegible] auf die Oberfläche des nächsten Bades fliessen lässt. Die Bäder sind stuf[illegible] untereinander gestellt, doch nur in einer Höhendifferenz von 20 mm, welc[illegible] ständig genügt, um eine gute Circulation der Lauge zu bewerkstelligen. A[illegible] letzten Bade geht die Lauge in einen Kanal, der zum unteren Sammelkaste[illegible] *a* bezeichnet die äusseren, *b* die inneren Längsleitungen, a_1 und b_1 die Querle[illegible] Damit die Heber nicht versagen, münden dieselben in vorgesetzte Bleibecher, [illegible] ein beständiger Flüssigkeitsabschluss stattfindet. Von hier aus wird die Fl[illegible] mittels Pumpe in Filter gepresst, welche mit Chemikalien gefüllt sind und si[illegible] gebrauchsfähig machen. Die angewandte Stromstärke beträgt 150 bis 250 A[illegible] 1 qm Kathodenoberfläche. Die Temperatur der Flüssigkeit wird durch Heize[illegible] Abdampfes auf 40 bis 50° gehalten. Die Flüssigkeit ist stark gesäuert, wodu[illegible] weitere Ersparniss an Kraft durch Verringerung des Leitungswiderstandes errei[illegible] Die zu den Anoden verwendeten Platten bestehen aus gegossenem Rohkupfer, [illegible] die Kathoden polirte Kupferplatten sind, die mit einer dünnen Schicht Kupfer üb[illegible] werden.

Der Anodenschlamm wird geschmolzen und neuerdings in Anodenpl[illegible] gossen. Dieselben gelangen dann wieder zur Elektrolyse, wodurch eine Anre[illegible] des Schlammes erzielt wird. Der bei der zweiten Elektrolyse erhaltene Schla[illegible] dann behufs Scheidung der edlen Metalle mit concentrirter Schwefelsäure be[illegible] Der Schlamm der ersten Elektrolyse hält im grossen Durchschnitt 1 bis 6 Pro[illegible] und 25 Proc. Kupfer. Er wird zunächst längere Zeit dem Einflusse der L[illegible] gesetzt und dann in einem kleinen Raffinirofen eingeschmolzen. Derselbe ist m[illegible] basischen Futter aus Magnesiaziegeln versehen. Bei diesem Schmelzen erhält [illegible] Schwarzkupfer mit etwa 80 Proc. Kupfer und 15 Proc. Silber. Aus diesem [illegible] werden nun Anoden gegossen, welche dann in besonderen Bädern dem ele[illegible] Strome ausgesetzt werden.

Die sonstigen, besonders in Amerika angewandten Verfahren von [illegible] Snow, Stalmann und Hayden[1]) sollen meist durch das von Th[illegible] ersetzt sein.

Um den erforderlichen Arbeitsaufwand zu berechnen, hat man durch eine[illegible] toriumsversuch mit derjenigen Stromdichte, welche sich für den Gesammtbetrieb als die g[illegible] erweist, und mit der beabsichtigten Entfernung der Elektroden die Potentialdifferenz [illegible] beiden Elektroden zu messen. Beträgt beispielsweise die Klemmspannung der Maschin[illegible] die Spannung am Bade 0,25 Volt, so könnte man, wenn man den Leitungswiderstand a[illegible] der Bäder ganz vernachlässigte, allerhöchstens (15 : 0,25) = 60 Bäder hinter einander [illegible] doch begnügt man sich durchschnittlich mit 40 Bädern. Liefert nun die Maschin[illegible] genannten Klemmspannung eine Stromstärke von 240 Ampère, entsprechend 283,6 [illegible] stündlich, so erhält man in 40 hinter einander geschaltenen Bädern in der gleichen Zeit [illegible] oder in 24 Stunden 272,26 k Kupfer. Die Arbeit, welche zu einer solchen Leistung ve[illegible] wird, ergibt sich zu (240 × 15) : 736 = 4,9 Pf. für die Dynamomaschine oder etwa 6 P[illegible] Dampfmaschine. Zu berücksichtigen ist, dass eine solche Anlage einen Flächenraum v[illegible] einnimmt und dass bei einer Stromdichte von 20 Ampère zum Niederschlagen einer 1 c[illegible] Kupferplatte 5 Monate erforderlich sind. (Vgl. J. 1896, 297.)

Gewöhnlich erfordert das Raffiniren von 30 t gewöhnlichen Chilikupfers bei ein[illegible] dichte von 86 bis 107 Ampère auf 1 qm etwa 400 t Kupfervorrath, also eine Kapitala[illegible] 400 000 Mark, wozu noch etwa 200 000 Mark für Maschinen und Gebäude kommen; des[illegible] sind 20 Arbeiter für Tag- und Nachtarbeit erforderlich, um die Elektroden zu bedienen, [illegible] zu untersuchen, Dampf- und Dynamomaschine zu warten, das Schmelzen, Giessen und [illegible] der Anoden zu besorgen, und schliesslich ein Chemiker für die Analyse von Lösung un[illegible] schlag. Bei grossen Bädern und hohen Strömen geringer Spannung vermindern sich di[illegible] schlagskosten, aber Dynamo- und Leiterkosten wachsen. (Ein Bad von 1 cbm Inhalt ko[illegible]

---

1) J. 1893, 302; 1895, 215 u. 230; 1896, 289.

und 1 cbm Inhalt der gewöhnlichen Kupferlösung 56 Mark.) In einem praktischen rgaben sich die Gesammtkosten für eine Production von 250 k des Tags (89,5 t jährlich) Mark bei einem Anlagekapital von 100 000 bis 120 000 Mark.

vanostegie und Galvanoplastik[1]). Häufig wird auf Eisen und icht oxydirbare Metalle eine dünne Kupferschicht elektrisch niedergeschlagen. upferungsbad wird eine Lösung empfohlen von 25 g kryst. Natriumsulfit, 20 g etat, 20 g Cyankalium und 17 g kryst. Soda in 1 *l* Wasser. Die Strom- beträgt 2 bis 3,5 Volt. Kupfer eignet sich auch vortrefflich zur galvano- n Nachbildung der verschiedensten Gegenstände, indem es in dickerer Schicht en niedergeschlagen wird, welche dann entfernt werden. Seit einigen Jahren dieser Weise auch Kupferröhren[2]) u. dgl. hergestellt. (Vgl. Vernickelung, ung, Vergoldung.)

enschaften des Kupfers[3]). Das Kupfer ist roth, stark glänzend und obgleich art, doch so dehnbar, dass es sich zu den feinsten Drähten ziehen und zu dünnen schlagen lässt. Es hat einen hakigen, körnigen Bruch, ein spec. Gewicht von 8,955 n reinem Zustande (die besten Handelskupfer haben nur ein spec. Gewicht von 8,2 nd schmilzt etwas schwerer als Silber. Zu Gusswaaren eignet sich das Kupfer nicht, leicht poröse und blasige Güsse liefert. Bei höherer Temperatur und bei Luftzutritt das Kupfer mit grüner Flamme; an der feuchten Luft überzieht es sich nach und nach nsaurem Kupferhydrat (sog. Grünspan). Im Feuer bei Luftzutritt nimmt es Regen- en an, überzieht sich dann mit einer braunrothen Rinde von Kupferoxydul, welche nach schwarz wird und beim Ablöschen in Wasser oder beim Hämmern in Schuppen abfällt asche, Kupferhammerschlag).

durch Pufahl (1884) untersuchtem Kupferraffinad hatten sich die englischen RANGE" und „BEDE" gänzlich unbrauchbar für Messingguss erwiesen, was nach Analysen wohl dem sehr hohen Arsengehalte zuzuschreiben ist:

	Wallaroo	CHM Co.	Mansfelder R.	BEDE	GRANGE
pfer . .	99,795	99,864	99,491	99,148	98,961
erstoff .	0,127	0,120	0,145	0,090	0,160
i . . .	0,004	—	0,038	0,023	0,005
en . . .	0,001	Spur	0,001	0,001	0,004
kel . .	0,039	0,002	0,201	0,081	0,066
per . . .	0,015	0,028	0,031	0,058	0,010
d . . .	—	Spur	—	Spur	—
wefel . .	—	—	—	0,005	Spur
en . . .	—	Spur	0,072	0,600	0,766
timon . .	—	—	Spur	0,002	0,011
	99,981	100,014	99,979	100,008	99,983

Coloradoerzen erzeugtes Kupfer enthält nach Egleston (1883) auch Tellur, welches r spröde macht:

	Stein	Schwarzkupfer		Raffin. Kupfer
Kupfer	55,02	97,120	98,090	99,705
Gold	0,06	—	—	—
Silber	0,40	0,132	0,128	0,135
Blei	17,87	0,777	0,757	—
Zink und Nickel . .	2,22	0,070	0,100	0,024
Eisen	4,18	0,130	0,080	0,031
Schwefel	20,02	0,236	—	Spur
Tellur	0,12	0,093	0,097	0,083
Arsen	—	0,006	—	0,091
Schlacke u. s. w. . .	—	1,270	1,192	—

[1]) G. Langbein: Handbuch der galvanischen Metallniederschläge (Leipzig 1895); kmeier: Handbuch der Galvanostegie und Galvanoplastik (Halle 1899).
[2]) J. 1892, 224; 1894, 367 u. 372; 1895, 334; 1898, 286.
[3]) Untersuchung von Kupfer: J. 1892, 311; 1894, 271; 1895, 233; 1896, 203; 1897, 3, 193 u. 265.

Statistik. In Deutschland wurden im J. 1897 29408 t Kupfer gewonnen, im
werthe von 30000000 Mark (davon Mansfeld allein 18606 t).

Kupferproduction der Welt aus eigenen Erzen (J. 1898) betrug in t:

	1894	
Deutschland — Mansfeld	15 202	1
Deutschland — Andere	2 260	
Australasien	9 144	1
Oesterreich	2 154	
Bolivia	2 337	
Canada	3 847	
Cap der guten Hoffnung	6 557	
Chile	21 681	2
Italien	2 540	
Japan	20 371	2
Mexico	11 959	1
Neufundland	1 930	
Norwegen	1 813	
Russland	5 080	
Spanien und Portugal — Rio Tinto	33 215	3
Spanien und Portugal — Tharsis	11 177	1
Spanien und Portugal — Andere	10 337	
Schweden	508	
England	406	
Vereinigte Staaten	164 194	23
Venezuela	2 540	
Andere	680	
	330 132	41

Kupferlegirungen.

Kupferzinnlegirungen enthalten Krystalle von $SnCu_3$. Fig. 218
60facher Vergrösserung Bronze mit rund 90 Proc. Kupfer und 9 Proc. Zi
weissen Theile entsprechen den Kupferkrysta
dunklen der eutektischen Legirung (J. 1898,

Fig. 218.

Von den Kupferlegirungen sind die wic
die Bronze, das Messing und das Neu

Als Bronze bezeichnet man eine I
aus Kupfer und Zinn oder Kupfer, Zinn un
oder auch Kupfer und Aluminium. Dur
Zusatz dieser Metalle wird das Kupfer leicht
und daher geeigneter zum Guss, dichter und
Die hauptsächlichsten Arten der Bronz
Glockenmetall, Kanonenmetall, F
bronze, Phosphorbronze und Alumi
bronze (letztere siehe unter Aluminium).

Glockenmetall (Glockengut, Glockensp
steht aus etwa 78 Th. Kupfer und 22 Th. Zi
muss Klang mit Härte und Festigkeit verbinden. Es ist ein sprödes Metall und ist
die Behandlung der Glocke auf der Drehbank nicht mehr ausführbar; die Gloc
demnach den Ton, den sie zeigen soll, durch den Guss, durch ihre Form und durch di
mischung erhalten. Die Legirung zu den in der Militairmusik üblichen Lärminstrumen
Becken, Piatti, Cimbeln, Tschinellen, sowie zu den chinesischen Tam-Tam oder Gong-
dem Glockenmetall ähnlich zusammengesetzt.

Kanonenmetall (Geschützmetall, Stückgut, Kanonengut) besteht aus etwa 90 Th
und 9 Th. Zinn.

stbronze zu Bildsäulen, Büsten, Verzierungen besteht wesentlich aus Kupfer und ; Normalbronze ist nach Elster eine Legirung aus 86,6 Th. Kupfer, 6,6 Th. Zinn, ei und 3,3 Th. Zink zu betrachten. Nach Weber erschwert Zink die Patinabildung; t nur möglichst arsenfreies Kupfer mit Zinn zu verwenden. Ein Bronzestandbild mit schöner Patina bestand aus 88,6 Proc. Kupfer, 9,1 Proc. Zinn, 1,3 Proc. Zink und Blei (J. 1882, 184; 1884, 242).

sphorbronze aus 90 Th. Kupfer, 9 Th. Zinn und 0,5 bis 0,75 Th. Phosphor be- in neuerer Zeit als Geschützmetall, als Glockengut, als Kunstbronze, als Achsenlager- gl. in Anwendung gekommen. Sog. Siliciumbronze ist Kupfer mit wenig Silicium 57).

Messing (Gelbguss) [1]. Zink und Kupfer verbinden sich in allen Verhält- it einander, aber nur das Messing hat unter allen Legirungsverhältnissen Anwendung gefunden. Die Menge der beiden Metalle im Messing wechselt er Anwendung, die von dem Messing gemacht werden soll, z. B.:

	Cu	Zn	Pb	Sn
Gegossenen Uhrrädern	60,66	36,88	—	1,35
Gusswaaren aus Iserlohn . . .	63,70	33,50	0,30	2,50
Messingblech aus Iserlohn . .	70,1	29,9	—	—
Messingdraht aus Augsburg . .	71,89	27,63	0,85	—

Allgemeinen ertheilt ein geringerer Zinkgehalt dem Messing eine dunklere elbe Färbung, ein grösserer Zinkgehalt eine lichtere gelbliche Färbung. Je er Kupfergehalt ist, desto dehnbarer ist das Messing. Im kalten Zustande ist ng hämmerbar und lässt sich strecken, walzen und zu Draht ausziehen; in Zustande erhält es leicht Brüche und Risse. Ein hämmerbares Messing, welches er Glühhitze unter Hammer und Walzen strecken lässt, erhält man durch Zu- hmelzen von 40 Th. Zink mit 60 Th. Kupfer. Messing hat eine angenehmere s Kupfer, oxydirt sich nicht so leicht, besitzt grössere Härte und Steifheit, en Schmelzpunkt und ist im geschmolzenen Zustande weit dünnflüssiger, ohne tarren wie beim Kupfer blasig zu werden; es ist aus diesem Grunde zu Guss- chätzbar. Ein Zusatz von Blei (1 bis 2 Proc.) macht das Messing zur Be- auf der Drehbank geeignet.

Fabrikation des Messings geschah früher durch Zusammenschmelzen von ohle und Schwarzkupfer, jetzt allgemein durch Zusammenschmelzen von metallischem Garkupfer. Die beliebten kleineren Kunstgegenstände aus sogen. „Cuivre poli", essing, werden namentlich in Berlin hergestellt.

ferlegirungen mit bis 34,5 Proc. Zink werden von isomorphen Gemengen des Kupfers erbindung Cu_2Zn gebildet; die Legirungen mit 54,5 bis 67,3 Zink sind wechselnde von Cu_2Zn (der dehnbaren Verbindung) und $CuZn_2$ (der harten, zerbrechlichen Ver- welche sich mehr oder weniger, je nach der Zusammensetzung, den Eigenschaften der

---

[1]) Der ägyptische Papyrus X, welcher in Theben gefunden wurde, beschreibt schon die g von Metalllegirungen und Metallfärbungen zur Nachahmung von Gold und Silber. klärt sich anscheinend der Ursprung der Alchemie, die Lehre von der Umwandlung e. — Bereits Plinius erwähnt, dass sich Galmei auch in Schmelzöfen bilde (in denen ge Erze verhüttet werden). Nach Aristoteles verwendeten zuerst die Messinöken rzen Meere Galmei, um dem Kupfer eine schöne Goldfarbe zu geben. Die Kupfer-Zink- vurde von den Römern noch nicht besonders genannt; man hielt das Metall nur für ein ärbtes „Aes". Im Mittelalter wird für das Messing der griechische Name Orichalk, gmetall, gebräuchlich. Seit dem 15. Jahrhundert nennen die deutschen Bergleute tall mit dem noch heute üblichen Namen Mossin oder Messing. Vielleicht bezog s Wort auf jene Messinöken, welche als die ersten Erzeuger der Zink-Kupferlegirung Ueber die Natur des Messings blieb man bis in die neue Zeit unklar. Die Alchimisten alters glaubten gleich den Alten, dass das Kupfer durch den Galmei einfach gefärbt Das metallische Zink wird erst im 16. Jahrhundert von Paracelsus genannt; aber iehung zum Messing wurde noch lange nicht erkannt. Nach wie vor verwendete man almei, um das Kupfer zu „färben".

einen oder anderen bestimmten Legirung nähern. Die Legirungen endlich mit über 6
Zink sind Gemenge des Zink mit der Verbindung $CuZn_2$ (J. 1896, 239).

Dem Messing ähnliche Legirungen sind Tombak (rothes Messing, Rothguss, Rot
welches auf etwa 85 Th. Kupfer 15 Th. Zink enthält. Aus 2 Th. Zink und 11 Th. Ku
man in Nürnberg und Fürth die Legirung dar, die von den dortigen Metallschlägern
Blattgold (Goldschaum) verarbeitet wird. Andere Kupferzinklegirungen von gold
Farbe, die aber nur spärliche Anwendung finden, sind: Prinzmetall, Semilor, (
Mannheimer Gold, Pinchbak u. dgl. Deltametall besteht aus 60 Th. Kupfer,
Zink und 1,8 Th. Eisen. Das Sterrometall ist von ähnlicher Zusammensetzung
härter. Das Muntzmetall, in England zu Schiffsbeschlägen, zu Bolzen, Schiffsnägel
vielfach verwendet, besteht aus Kupfer und Zink in Verhältnissen, welche zwischen
Zink und 63 Proc. Kupfer bis zu 37 Proc. Zink und 50 Proc. Kupfer schwanken.

Die Legirung zur „Kupferscheidemünze“ (richtiger Bronzemünze) besteht i
reich, Schweden, Grossbritannien, Spanien, Russland, Norwegen, Griechenland, Ser
Rumänien aus 95 Th. Kupfer, 3,5 Th. Zinn und 1,5 Th. Zink, in Dänemark aus 90 Th
5 Th. Zinn und 5 Th. Zink. Die deutschen Reichskupfermünzen (2- und 1-
stücke) sind aus einer Legirung von 95 Th. Kupfer, 4 Th. Zinn und 1 Th. Zink geprä
ersteren wiegen 300, von letzten 500 Stück 1 k.

Bronzefarben (Metall- oder Stahlbronze), welche zum Bronziren von Gyps- u
gegenständen, sowie von Metallgusswaaren, ferner in der Buch- und Steindruckerei
Lackirerei, in der Wachstuch-, Buntpapier- und Tapetenfabrikation Anwendung finden
aus den Abfällen der Metallschlägerei, aus der sog. Schawine durch Feinreiben und
mit etwas Oel o. dgl. dargestellt; die hierbei sich bildenden schönen Farben (violett, ku
orange, goldgelb, grün) sind Anlauffarben. Bronzen von gröberem Korn heissen Broc

Neusilber (Argentan, Pakfong, Weisskupfer, Maillechort), eine Legir
Kupfer, Nickel, Zink oder Zinn, ist gelblichweiss und härter, aber fast ebenso
als gewöhnliches Messing. Man bringt Zink, Kupfer und Nickel gemengt i
Tiegel, so dass oben und unten etwas Kupfer zu liegen kommt, bedeckt das G
Kohlenpulver und schmilzt.

Neusilber nimmt eine schöne Politur an, welche an der Luft längere Zeit unv
bleibt. Es wird von sauren Flüssigkeiten weit weniger als Kupfer und Messing ang
weshalb es zu Geschirren Anwendung findet. Die Menge der Bestandtheile beträgt K
bis 66 Proc., Zink 19 bis 31 und Nickel 13 bis 18,5 Proc., doch findet man in neuere
der Analyse billiger Neusilberwaaren zuweilen weit geringere Mengen von Nickel. Sta
wird auch wohl Mangan verwandt.

Das Alfénide, aus dem man Leuchter, Kannen, Gabeln, Löffel u. s. w. hers
galvanisch versilbertes Neusilber, welches etwa 2 Proc. seines Gewichtes an Silber enth
Alfénide gleich sind die unter dem Namen Perusilber, Chinasilber, Christo
Alpacca üblichen versilberten Nickellegirungen. Das *tiers-argent* (Drittel-Silber
besteht aus 27,5 Silber und 62,5 Kupfer, Nickel und Zink.

Das unter dem Namen Suhler-Weisskupfer früher im Handel sich findend
enthielt 88 Th. Kupfer, 8,75 Th. Nickel und 1,75 Th. Antimon; es wurde aus alten Sc
halden gewonnen und ist die erste Nickellegirung, die in den Gewerben Anwendung fan

Kupferamalgam. Eine Verbindung von 30 Th. Kupfer und 70 Th. Quecksi
man erhält, indem man Kupferpulver mit salpetersaurem Quecksilberoxydul befeuchte
mit heissem Wasser übergiesst und durch Reiben die nöthige Menge Quecksilber zu
unter dem Namen Metallkitt bekannt; sie ist eine weiche Masse, welche nach einigen
erhärtet.

Blei.

Vorkommen. Sehr selten gediegen, häufig als Bleiglanz (PbS), wen
Bournonit ($Cu_6Sb_2S_6$ $2Pb_3Sb_2S_6$), seltener als Weissbleierz (Cerussit, $PbCO_3$), Gr
erz (Pyromorphit, Bleiphosphat, $3Pb_3(PO_4)_2 + PbCl_2$), als Mimetesit, $3Pb_3(AsO_4)_2$-
Vitriolbleierz (Anglesit, $PbSO_4$), Gelbbleierz ($PbMoO_4$) und Rothbleierz (
$PbCrO_4$).

Gewinnung. Das wichtigste Bleierz, der Bleiglanz, wird bei der sog. N
schlagsarbeit mit Eisen oder Eisenerzen u. dgl. geschmolzen:

$$PbS + Fe = FeS + Pb.$$

glanzhaltige Erze werden meist zunächst in langen Flammöfen, sog. Fort-
.ungsöfen geröstet:

$$PbS + 3O = PbO + SO_2 \text{ und theilweise}$$
$$PbS + 4O = PbSO_4$$

Röstproduct wird in Schachtöfen mit Koks verschmolzen oder beim Röst-
onsprocess[1]) mit Bleiglanz umgesetzt:

$$Pb + PbSO_4 = 2PbO + SO_2,$$
$$PbS + PbSO_4 = 2Pb + 2SO_2,$$
$$PbS + 2PbO = 3Pb + SO_2.$$

Altenau werden z. B. oberharzer Bleierzschliege mit 54 bis
Blei, 0,8 Proc. Silber, 0,90 Proc. Kupfer, 7 bis 8 Proc. Zink und 14 bis
Kieselsäure in einem einherdigen Flammofen ge-
Zum Schmelzen des Röstgutes werden 2förmige
töfen (Fig. 219 und 220) verwendet, deren
1 von den Formen *a* ab 4 m in einer Weite von
fsteigt und dann in einen 1 m hohen schmied-
ichtaufsatz endet, welcher sich oben bis zu 1,5 m
Bis 1 m über der Form ist dem Schachte zur
einer Rast eine geringe
gegeben, mit welcher
and des Ofens parallel
n schmiedeiserner Was-
parat *e*, welcher die
lmauer des Ofens
mig umgibt, schützt
en die Einwirkung der
ang vor Corrosion, ohne
chmelzmasse selbst zu
hlend einzuwirken. —
ten bei Goslar haben
achtöfen, ähnlich Fig. 223 (S. 258) und Fig. 224 (S. 261).

Fig. 219.

Fig. 220.

Nordamerika[2]) verwendet man vielfach länglich vierkantige Bleischmelzöfen
und 222, S. 258) mit je 5 Düsen an jeder Längsseite. Oben seitlich führt
l zur Flugstaubkammer (J. 1894, 277; 1898, 196). Andere ziehen die
chmelzöfen vor (J. 1898, 197).

Schmelzofen der Germania-Bleiwerke zu Salt Lake City (Fig. 223) hat einen
lt von 2 cbm, der Gesammtinhalt ist 51,8 cbm, der Abstand von der Mitte der
zur Beschickungshöhe 6 m. Die Ofenmündung war früher offen. Statt
urde eine Haube angebracht, bestehend aus 4 Wänden mit einem gewölbten
lche die ganze Oeffnung des Ofens verschliesst. Die Mauern sind bedeckt mit
platten und auf jeder Seite hängt eine Reihe von Beschickungsthüren mit an
efestigten Gegengewichten. In der Mitte der Wölbung befindet sich ein Stahl-
n 1,6 m Durchmesser, welcher zunächt in die Höhe steigt und dann sich
taubkammer niedersenkt. Je höher die Erhebung ist, um so weniger Flug-
t es.

. 1894, 275; 1898, 198. Berechnung der Schachtofenbeschickung J. 1895, 233.
. 1894, 272 u. 275; 1897, 196 u. 238. Hofmann: Metallurgy of Lead (New-
).

In Altenau werden 4 t Röstgut mit 1 t rohem Schliege gattirt und Schmelzgut je nach dem Gehalte an Kieselsäure und Zink mit 1 bis 1,25 t Puddel 1 bis 1,25 t Oker'schen Extractionsrückständen und 0,75 bis 1,5 t Kalk, i schnitt mit 3,25 bis 3,5 t der genannten basischen Zuschläge beschickt. Da

Fig. 221.

Fig. 223.

Fig. 222.

noch Schlacken von derselben Arbeit nach Bedürfniss. Aus einer solche werden 32 bis 34 Gichten mit je 50 k Koks gemacht und werden 60 solcher G 24 Stunden durchgesetzt, bei einer Windpressung von 14 bis 20 mm Quecksil im 1. Quartal 1882 abgesetzte Schlacke [1]) enthielt:

Kieselsäure	30,32	Zinkoxyd	7,27
Baryumsulfat	0,19	Manganoxydul	1,66
Blei	1,13	Kobalt und Nickel	Spur
Kupfer	0,18	Kalk	16,15
Silber	0,0007	Kali	0,67
Antimon	0,09	Natron	0,61
Eisenoxydul	35,72	Schwefel	1,47
Thonerde	3,20	Phosphorsäure	2,04

1) Krystallisirte Bleischlacke (J. 1893, 318).

tallgehalt der Schlacke höher, so ist dies ein Zeichen, dass zur Zerlegung des kiesel-
es noch Basen fehlen. Bilden sich im Sumpfe des Ofens Ausscheidungen, wobei der
Schlacke meist unter den Durchschnitt herabgeht, so deutet dies auf einen Ueber-
basischen Zuschlägen. Die den Schmelzgang hindernde Einwirkung des Zinkgehaltes
e muss neben der Verminderung des Kalk- und Erhöhung des Eisengehaltes in
kung noch durch Vorschläge von Schlacken aus der nämlichen Arbeit beglichen

Rammelsberger Bleierze mit nur 12 Proc. Blei, 18 Proc. Zink, 5 Proc.
Proc. Kupfer und 13 bis 16 Proc. Schwefel werden auf der Julius- und der
tte bei Goslar verarbeitet. Die nach Grössenstufen getrennt gehaltenen
len einer mehrfachen Röstung unterworfen; die erste derselben findet im
sehr grossen Haufen (von 11,5 qm Grundfläche, 4 qm Oberfläche, 4,5 m
r schrägen Seitenfläche, etwa 2 m senkrechter Höhe) statt; durch dichte
ler etwa 400 t Roherz jeden Haufens, wobei grobe Stücke zum unteren Theil
Mitte, immer kleinere nach oben und aussen hin genommen, die Decke aber
g und die Aussenseiten von einer starken Lage von Röstklein aus früheren
gebildet werden, sucht man den Röstprocess zu verlangsamen und eine weit-
ulfatbilduug zu erreichen. Ein derartiger Rösthaufen verharrt, durch sein
36 Stunden abbrennendes Holzbett entzündet, 8 bis 9 Monate in Glut, wobei
. bis 4. Woche an und bis zum Ende des 3. Monats regulinischer Schwefel
er Oberfläche ausscheidet, der aus hierzu eingestampften Vertiefungen ge-
wird; danach kommt freie schweflige Säure fast gar nicht mehr zur Entwick-
lern bilden sich nur noch Sulfate im Rösthaufen selbst. Dieser ersten folgen
Röstungen unter Schuppen und von 2 und von 3 Monaten Dauer, so dass
Röstprocess einschliesslich der Umarbeitung der Haufen etwa 15 Monate
erlangt. Beim Umarbeiten wird aber schon das Röstklein ausgehalten und,
die Stückerze weiter geröstet werden, mit Wasser ausgelaugt, wobei das

aus der Röstendecke	50 bis 60	Proc.	Zinksulfat
aus dem Innern des 1. Feuers über	20 „ 25	„	„
des 2. Feuers etwa	15	„	„
des 3. Feuers etwa	12	„	„

Haufen der Nachröstungen erhalten keine Decke von Klein). Diese Aus-
geschah früher in Kästen, seit 1888 in rotirenden eisernen Trommeln. Die
verden darauf 20 bis 24 Stunden lang in einer Temperatur von 80 bis 85°
und auf diese Weise von Eisen ziemlich befreit, das sich als basisches Sulfat
t. Die durch längere Ruhe geklärte Lauge wird darnach bis zur Gaare ver-
d in flache Krystallisationsgefässe abgelassen. Der aus ihnen abgeschiedene,
Zinkvitriol wird zumeist an Weissfarbenfabriken verkauft und ausserdem
250 t jährlich durch Einschmelzen im Krystallwasser calcinirter Vitriol dem
bergeben. Ersterer hat einen mittleren Bestand von ZnO 27,00, MnO 0,50,
, CdO bis zu 0,05, CoO bis 0,01, SO_3 27,95 und Wasser 44,00 Proc.
9,56).

ausgelaugte und in Flammöfen getrocknete Röstklein wird hierauf zusammen
bei der Röstung unzerfallen gebliebenen Stückerzen auf Werkblei ver-
; da letztere reicher an Schwerspath zu sein pflegen, kann man ihren Blei-
f selten mehr als 8 Proc. schätzen, während der des Röstkleins 14 bis 15 Proc.
beide mengt man deshalb so zusammen, dass das Röstklein etwas mehr als die
trägt, gibt als Zuschlag 20 bis 30 Proc. der eigenen und etwa 25 Proc.
von der Verarbeitung der eisenreicheren kupferhaltigen Erze in Oker. Die
estalt erzielte Schlacke, deren sehr basische Natur das im gerösteten Erz

immer noch reichlich enthaltene Zink entfernen und unschädlich machen s
wenn man den gefundenen Schwefelgehalt der Gegenwart von etwa 20 Pro
sulfiden zuschreibt, als eine Singulo-Silicat-Schlacke, in der sich die Sauerst
der Basen zu denjenigen der Kieselsäure und Thonerde fast genau wie 1 : 1
aufgefasst. Sie besteht nämlich aus SiO_2 12,87 Proc., Al_2O_3 3,12, BaO 23
2,10, MgO 0,42, FeO 20,64, ZnO 26,00, PbO 0,50, CuO 0,87, MnO 1,
6,40 Proc.

Die Schmelzung findet in Hochöfen von 6 m Höhe, 1,05 m Durchm
der Formebene, 1,40 m Durchmesser in etwa 1,25 m über den Formen un
Durchmesser an der Gicht statt; der Wind wird durch 5 gleichmässig im Umk
theilte Formen unter 30 bis 32 mm hohem Quecksilberdruck zugeführt. Dur
lich vermag solch ein Ofen nicht mehr als 10 t geröstetes Erz bez. 14 bis
schickung während 24 Stunden zu verarbeiten, bei einem Ausbringen von
13 Proc. des Erzes an Werkblei und einem Verbrande von etwa 22 Proc. des E
etwa 15 Proc. der Beschickung an Koks. Die Ofengase werden durch die in d
Flugstaubkanäle eingelegten Zughindernisse vom Staub befreit; die in
der Gichten sich ablagernden feinen Erztheilchen werden zum Theil direct wi
Schmelzofen zugeführt, zum Theil aber mit zum Bedecken der Rösthaufen
wobei der Zinkgehalt als Sulfat gewonnen wird; der in grösserer Entfernung
Oefen abgelagerte Flugstaub aber stellt sich grösstentheils als fast reines Zink
dessen Sulfat mit verhältnissmässig geringem Bleioxydgehalt dar und wird mit
säure zu Zinkvitriol umgesetzt, während der grösstentheils aus Bleisulfat b
unlösliche Rückstand den Schmelzungen beigegeben wird.

Die beiden Rohbleihütten haben zusammen 17 Hochöfen, von denen immer 10 im
die übrigen in durch die reichlichen Zinkansätze während der 6- bis 7wöchentliche
dauer benöthigter Reinigung oder in Reserve sind. Von den 3 Erzlaugereien mit zu
Zinkvitriolsiedereien besitzt jede 10 Laugetrommeln, die erforderlichen Klärbecken un
pfannen, welch letztere, um der Verunreinigung durch fremde, insbesonders Eisensa
beugen, aus auf Eisenplatten ruhendem Walzblei hergestellt sind. Mit einer Betrieb
3 zusammen 80 Pf. besitzenden Turbinen und 5 zusammen 166 Pf. erzielenden Dampf
und einer Belegschaft von fast 450 Köpfen gewinnen die Hütten jährlich aus 33 bis 35
erzen 4000 bis 4200 t Werkblei, 3000 bis 3300 t Zinkvitriol in Krystallen und 20
calcinirten Zinkvitriol (J. 1895).

In Mechernich geschieht das Rösten der Bleierze in 18 doppelsöhli
schaufelungsöfen mit beiderseitlichen Arbeitsöffnungen und Schienengeleisen mit fahrba
an beiden Längsseiten der Oefen behufs möglichen Arbeitens auf der oberen Herdsohl
Ofen ist 15 m lang und 4 m breit und beträgt die ganze nutzbare Röstlänge 24 m und
3,1 m bei 50 bis 55 t Erz-Fassungsraum und 8 bis 10 t Production von Röstgut in 24 St
dass die Erzpost 5 bis 6 Tage in dem beständig gefüllt gehaltenen Ofen verweilt
unter fortwährendem Aufrühren der Feuerbrücke allmählich nähert. Die in den S
letzterer herabgeschmolzene zähflüssige Masse wird von 6 zu 6 Stunden in eine
sammengelegte Schienen vor dem Ofen gebildete Form abgelassen und nach dem
zerschlagen.

Das Schmelzen geschieht in 9 als achtförmige Tiegelöfen zugestellten Schach
7 m Höhe und 4,8 m Länge; im Gestell haben sich Kohlenstoffsteine bewährt (J. 1893, 2
Ablassen des Bleies dienen zwei Stichkanäle, Schlackenstich 40 cm unterhalb des Form
messers; eiserne in Laufkarren hängende Töpfe dienen zur Aufnahme der Schlacke de
dieselbe aus einem grösseren, mitgerissenen Bleistein zurückhaltenden Topfe in einen
überläuft. Die Beschickungsmassen werden schichtenweise mit Kippwagen aufgegebe
mit Ausnahme des Kalksteins mittels Kolbenaufzuges auf den Gichtboden gehoben w
Die Beschickung besteht aus 100 Th. Röstgut, 5 Ofenbruch, 35 Eisenfrischschlacken,
Spatheisenstein, 45 Kalkstein, 10 eigenen Bleischlacken und 25 Koks. Von den 9
öfen sind durchgängig nur 4 im Betriebe, welche zusammen 282 t Beschickung du
und 73 t Werkblei in 24 Stunden liefern. Hält die täglich mit Borax, Soda u
Weinstein im eisernen Tiegel probirte Schlacke über 0,7 Proc. Blei, so geht
Schmelzen zurück.

ribram werden die gerösteten Erze in Rundöfen verschmolzen. Das 1,5 m
tell ist aus gusseisernen, von Wasser durchflossenen Kästen zusammengesetzt.
äsewind wird durch 3 cm weite Düsen eingeführt (Fig. 224). Die Schlacke
h eine Rinne abgelassen; das Blei tritt in einen gemauerten Tiegel, aus dem
ilig in einen in der Hüttensohle sich
en Tiegel abgelassen wird (Arent's
cher Stich). Der Ofenschacht wird in
chmantel, auf einer gusseisernen Platte,
n 6 gusseisernen Säulen getragen wird,
ert, erweitert sich oben auf 2,2 m und
rnschacht nur in seinem unteren Theile,
aus feuerfesten, im oberen Theile aber,
e der ganze Rauchschacht, aus gewöhn-
geln aufgeführt. Im Schachtmauerwerke
le frei gelassen. — In dem über dem
tische befindlichen Theile des Schachtes
nal ausgespart, der mit einer über das
nden Esse in Verbindung steht und den
, den beim Stechen sich entwickelnden
usaugen. Die Gichtgase werden durch
rohr in wagrechte Flugstaubkammern
Die Windpressung an den Oefen beträgt
mm Quecksilber.

Fig. 224.

Erzschmelzen bez. zu der sogen. ordi-
eiarbeit wird das geröstete Erz mit den
mengt, indem man diese schichtenweise in
eihenfolge mit Schubkarren aufläuft: Blei-
n der eigenen Arbeit, ungeröstete Ofenkrätze,
fenkrätze, Gusseisen, Herd, Glätte, Abstrich
bfälle vom Treiben, Abstrich vom Pattin-
ostrich vom Umschmelzen der Weichbleie, Tiegelabstrich vom Saigern, Abstrich und
Raffiniren, arme Krätze, Kalkstein, Erz, Bleistein, Eisenfrischschlacke, Kalkspath
ein, Schwefelkiesabbrände, alte Haldenschlacke und der Rest der Schlacken von der
zeugung; es kommen beispielsweise bei 40 t Schlacken 25 t in die unterste und 15 t in
Lage. Die Beschickung ist meist folgende:

100 hk Erz,
100 „ eigene Bleischlacke,
20 „ alte Haldenschlacke,
5 „ Krätze vom Ofenaushauen,
5 „ geröstete Krätze,
1 „ arme „
10 „ Bleistein,
2 „ Abstrich vom Treiben,
4 „ „ „ Pattinsoniren
1 „ „ „ Weichbleiumschmelzen,
1 „ Tiegelabstrich vom Saigern,
14 „ reiche Glätte vom Treiben,
6 „ Herd, „ „
1 „ Herdabfälle, „ „
3 „ Gusseisen,
4 „ Kiesabbrände,
12 „ Kalkstein,
2 „ Kalkspath,
15 „ Eisenfrischschlacke,

306 hk

Die gesammte Beschickung, zu welcher noch der Spurherd vom Treiben, der Herd vom Feinbrennen zu rechnen sind, die aber wegen ihres bedeutenden Haltes an met Silber unter Controle direct gegichtet werden, muss auf die Gicht gefördert werd normale Satz beträgt 13 hk Beschickung, 150 k Koks und 4 hl Holzkohle, oder 120 k 6 hl Holzkohle; normal werden 24 Sätze in 24 Stunden gemacht. Gearbeitet wird arme Schlacken.

Als Producte des Schmelzens erhält man: Werkblei, Bleistein, Schlacke und Ausblasen des Ofens nach vollendeter Ofenreise, welche bis zu 4 Monaten dauert, noch F Ofenkrätze, arme Krätze und Ofengestübe.

Das Werkblei, welches mit einem Durchschnittshalt von 0,468 Proc. Ag neben Bi, As, Sb, Cu, Fe, Ni, Zn, S auch über 0,1 Proc. Kupfer hält, kommt sämm Saigern; nur ein geringer Theil kam im Laufe des Jahres ausnahmsweise direct zu soniren und Abtreiben. Der Bleistein, mit durchschnittlich 0,118 Proc. Ag, 14 Proc 1,8 Proc. Cu kommt zur Röstung in den Stadeln und wird dem Erzschmelzen zurückgeg

Die Schlacke, mit welcher auch der Bleistein fällt, wird in gusseiserne, nach kegelförmige Töpfe abgelassen und nach dem Ausklauben des Bleisteines geschlägelt; d Theile des Schlackenkegels werden auf Silber und Blei probirt und bei einem Bleih 2 Proc. und einem Silberhalte unter 0,0025 Proc. abgesetzt, sonst aber repetirt. Di Partien der Schlackenstücke werden stets zur Arbeit zurückgegeben. Die Schlacke fi noch Verwendung zur Anfertigung von Schlackenziegeln, die nach Bedarf erzeug Die Bleischlacke, wie sie aus dem Ofen erhalten wird, lässt sich nicht direct zu regel Formen verarbeiten, da sie nach dem Erkalten zerfällt; man muss ihr Bindemittel be die um so besser sind, je scharfkantiger sie sind. Als solche kann man Ziegelstücke schlacke u. dgl. gebrauchen. Für die bis jetzt erzeugten Ziegel wurden alte Haldenschl Bindemittel verwendet.

Der Flussstaub enthält 0,041 Proc. Silber, 35 Proc. Blei und nebst anderen theilen 2 Proc. Cadmium. Dieser wird, wie überhaupt aller Flugstaub, in das rohe E mischt. Die Ofenkrätze oder der Ofenbruch, welche man nach dem Aushauen des hält, hat 0,078 Proc. Silber und 36 Proc. Blei bei einem Zinkgehalt bis zu 23 Proc. u Eisenhalt von durchschnittlich etwa 12 Proc. Sie wird, nachdem sie im Stadel in 2 F röstet wurde, wieder zum Schmelzen zurückgegeben. (J. 1890, 385.)

Der Röstsaigerungsprocess wird besonders in England in Flammöfen au Gewöhnlich werden jedesmal 800 k Bleischliche eingetragen und in einer Zeit von 6 bis 7 verarbeitet. Der Aufwand an Steinkohle beträgt ungefähr die Hälfte der Erze. Das gleichmässig über den Herd ausgebreitet, dann verschliesst man die Thüren des Ofen dieser allmählich sich erwärme. Nach 2 Stunden öffnet man wieder, bis der den Ofen e Rauch verschwunden ist, schliesst aufs Neue und gibt ein starkes Feuer. Später we Thüren zum zweiten Male geöffnet und das Erz abwechselnd durch die eine und die ander öffnung des Ofens umgerührt. Die Masse wird nun teigig und das Blei rinnt von allen S Man setzt die Arbeit des Umrührens etwa eine Stunde lang fort und dann fängt die Mas einen fast flüssigen Zustand überzugehen. Diese Neigung zum Flüssigwerden beförd durch Zusätze von Flussspath. Sobald sie vollkommen dünnflüssig ist, lässt man di Schlacke abfliessen und bringt sie durch Begiessen mit Wasser zum Erstarren. Ma sie weisse Schlacke; sie enthält oft bis zu 22 Proc. schwefelsaures Blei. Durch die mittl wird dann Steinkohlenklein geworfen, um die auf dem Metalle zurückgebliebene zähflüs noch reichhaltige Schlacke zum Erstarren zu bringen. Zuletzt wird die Stichöffnung auf und das Blei in den Stichtiegel abgestochen. (Vgl. J. 1888, 338; 1898, 198.)

Flugstaub[1]). Der Absatz von Flugstaub ist abhängig von der Temperatur und der Grösse der Wandflächen. Dem entsprechend nimmt die Ablagerung in den oberen I abtheilungen rascher ab als in den unteren. Der Gehalt des Flugstaubes an Silber, Z Antimon ist am grössten in der Nähe des Ofens und nimmt mit der Länge der Kanäle a nommene Proben enthielten 60,5 bis 67 Proc. Blei, 3,2 bis 4,2 Proc. Zink, 0,003 Proc. 14,1 bis 14,8 Proc. Schwefelsäure, 5,4 bis 6,2 Proc. Schwefel, 1 bis 2,1 Proc. Eiseno Thonerde, 5,8 bis 8 Proc. Kohle, 0,3 bis 0,4 Proc. Antimon, 0,16 bis 0,24 Proc. Arsen bis 4,1 Proc. Kalk. Es hat sich ferner gezeigt, dass die in den Rauchkanälen als Flugst ablagernden Metallmengen in gleichem Verhältniss stehen zur Quadratfläche der Kanalwan Man empfiehlt daher parallel der Zugrichtung in den Flugstaubkammern Bleche u. dgl. aufzu Schlösser will statt dessen Kühlröhren, Walker Elektricität anwenden; letzte fahren hat sich nicht bewährt.

---

1) J. 1884, 224; 1885, 143; 1886, 176 und 180; 1887, 414; 1888, 336.

rkblei. Das gewonnene Werkblei enthält Silber, Kupfer, Antimon u. s. w. Um das demselben abzuscheiden, unterwirft man das Werkblei der Entsilberung (S. 266). Die Treibprocess entstandene Bleiglätte wird entweder als solche verwerthet oder zu em Blei reducirt. Die Zusammensetzung verschiedener Freiberger Bleisorten ergibt achstehenden Analysen von Reich.

	Rohes Werkblei	Raffinirtes Blei	Hartblei	Antimonblei Muldener Hütte	Antimonblei Halsbr. Hütte
. . . . . .	97,72	99,28	87,60	90,76	87,60
. . . . . .	1,36	0,16	7,90	1,28	0,40
. . . . . .	0,72	Spur	2,80	7,31	11,60
. . . . . .	0,07	0,05	Spur	0,13	Spur
. . . . . .	0,25	0,25	0,40	0,35	Spur
. . . . . .	0,49	0,53	—	—	—

ktrische Bleigewinnung[1]). Das Verfahren von Blas und Miest gründet sich ass die natürlichen Schwefelverbindungen den elektrischen Strom leiten[2]), wenn sie wendung von Wärme zu Platten gepresst werden. Zu diesem Zwecke werden Zink- leiglanz u. dgl. bis auf etwa 5 mm Korngrösse zerkleinert, in Metallformen unter einem on 100 Atm. zu Platten gepresst, in einem Ofen auf etwa 600° erhitzt, nach dem Heraus- ochmals gepresst und nun rasch abgekühlt, um das Entleeren zu erleichtern. Die so n Platten von Bleiglanz werden dann als Anoden in ein Bad von Bleinitrat gehängt. e Arbeit ist hier wenig zu leisten, da nach

$$Pb(NO_3)_2 + PbS = Pb(NO_3)_2 + Pb + S$$

egativen Pole zur Zerlegung des Bleinitrates erforderliche Arbeit am positiven wieder hen wird, so dass nur die zur Zerlegung des Schwefelbleies, somit für 1 k Blei 207 = 89 w entsprechende chemische Arbeit erforderlich ist. Rechnet man wegen nd, Wanderung der Ionen u. dgl. aber auch nur 30 Proc. Ausnutzung der Maschinen- würde man für 1 Pf. stündlich 2 k Blei und die entsprechende Menge Schwefel erhalten. e Anwendung hat das Verfahren noch nicht gefunden. Dasselbe gilt von dem Vor- von Lorenz (J. 1895), welcher geschmolzenes Chlorblei elektrolytisch zerlegen will; Hornig (J. 1896).

Raffinirung des Bleies durch Elektrolyse nach Keith wurde von der etal Refining Company in Newyork eingeführt. In jeden der 30 1 m hohen und eiten Bottiche tauchen als Kathoden 13 aus dünnem Messingblech hergestellte Cylinder, einander concentrisch angeordnet, so dass sie 0,61 bis 1,83 m Durchmesser haben, f ein. Das in einem Flammofen geschmolzene Rohblei wird auf einem runden dreh- stelle in 12 Formen gegossen, welche 61 cm lange, 15 cm breite und 3 mm dicke für die Anoden liefern. Die Lösung von schwefelsaurem Blei und essigsaurem wird durch unter den Bottichen liegende hölzerne Röhren von unten ununterbrochen Bottiche eingepresst, während sie oben wieder abfliesst, um in einem Behälter mit hlangen auf etwa 38° erwärmt und dann den Bottichen wieder zugeführt zu werden, sie sich in einem fortwährenden Kreislaufe befindet. Das in den die Anoden um- n Mousselinsäcken mit Arsen, Antimon u. dgl. zurückbleibende Silber wird mit und Soda geschmolzen. Das Blei hatte vor und nach dieser Behandlung folgende ensetzung:

J. 1879, 252; 1882, 155; 1883, 189 u. 1304; 1884, 181, 1324.

Nach Hittorf sind die Schwefelmetalle, welche aus ihren Lösungen schwarz gefällt in natürlichem Zustande gute Leiter; die sogen. Blenden leiten nicht. Nach Versuchen iani sind von den Erzen gute Leiter: Zinnstein, Silberglaserz, Rothgiltigerz, Bleiglanz, lanz, Buntkupfererz, Kupferkies, die schwefelhaltigen Kobalt- und Nickelerze, Schwefel- icht oder schlecht leiten: Grauspiessglaserz, Zinnkies, Weissbleierz, Rothkupfererz, t, Lasur, Fahlerze, Zinkblende, Galmei. Gute Leiter können direct als Anoden ver- werden, die schlecht oder gar nicht leitenden Erze werden nur durch secundäre Pro- löst.

	Rohblei	Raffinirt
Blei	96,36	99,9
Silber	0,554	0,00007
Kupfer	0,315	0
Antimon	1,070	Spur
Arsen	1,22	Spur
Zink und Eisen . . .	0,489	0

Unter Aufwand von 12 Pf. werden in 48 Holzkästen mit je 50 etwa 16 k schweren in 24 Stunden 10 t Blei raffinirt, somit, wenn 1 Pf. stündlich 1,75 k Kohlen erfordert Blei 67,1 k Kohle. (Vgl. S. 281.)

Eigenschaften. Das Blei hat eine eigenthümlich lichtgraue Farbe und zeigt Bruchfläche ein gleichartiges geschmolzenes Ansehen, doch erhält man es bei gewissen n gischen Arbeiten krystallisirt in Formen des Tesseralsystems (Verbindung von Wür Oktaëder), so z. B. beim Pattinsoniren. Das Blei zeichnet sich durch Weichheit und B keit aus, daher es einen ziemlich hohen Grad von Dehnbarkeit, aber nur geringe Festigkeit besitzt. Frisch geschnitten zeigt es Glanz, der aber an der Luft sich bald An den Händen, auf Papier und auf leinenen Zeugen färbt es stark ab. Das spec. Gew raffinirten und pattinsonirten Bleies = 11,370, das des gegossenen 11,352 und des ge 11,358. Das Blei gehört zu den leichtflüssigen Metallen (S. 156), es erstarrt ruhig und gesenkter Oberfläche. Bis fast zum Schmelzpunkt erhitzt, wird es spröde und brich Hämmern in Stücke. Erwärmtes Blei lässt sich zu Röhren pressen.

Anwendung. Man benutzt es in der Form von gewalzten Platten, zu Pfan Schwefelsäure, Vitriol und Alaun, zu Bleikammern der Schwefelsäurefabriken, ferner zu und Gasleitungsröhren, Retorten, zu Legirungen, bei hüttenmännischen Processen zu bringen einiger Metalle, wie des Silbers und Goldes, zur Darstellung des Bleizucke Mennige, des Bleiweisses und anderer Bleipräparate.

Zur Herstellung von Flintenschrot versetzt man das Blei mit 0,3 bis 0,8 Proc und lässt es, geschmolzen, durch ein Sieb aus grosser Höhe in Wasser fallen, welche Schwefelnatrium enthält, um durch Bildung eines dünnen Ueberzugs von Schwefel Oxydation der Schrotkörner an der Luft zu verhindern.

Von den Legirungen des Bleies sind zu erwähnen das Schnellloth der K (gleiche Theile Blei und Zinn), die Legirung zu Orgelpfeifen (96 Th. Blei und 4 Th das Zapfenlagermetall (*antifriction metal;* 4 Th. Zinn, 5½ Th. Blei und 1 Th. An das Hartblei (eine Legirung von Blei mit Antimon), die Legirung zu Schiffsnägeln Zinn, 2 Th. Blei, 1 Th. Antimon), das Calain der Chinesen, aus welchem die Folien zu füttern der Theekisten verfertigt werden (126 Th. Blei, 17,5 Th. Zinn, 1,25 Th. Kupfer u Spur Zink); andere Legirungen zu Lettern und zu der Chemitypie siehe unter Antimon.

Statistik. Deutschland lieferte 1862 nur 35390 t Blei, 1882 bereits 970 Jahre 1897 aber 118881 t Blockblei im Werthe von 29 Millionen Mark (J. 1898, 225 ganze Erde lieferte 1862 rund 224000 t, 1882 schon 430000 t Blei; dann (abgerundet):

Länder	1888	1890	1892	1894	1895	1896
Deutschland	97 000	101 000	98 000	101 000	111 000	113 800
Spanien	129 200	140 300	153 300	159 300	154 000	165 000
Grossbritannien	50 000	48 500	42 800	39 700	45 500	57 200
Oesterreich	8 000	8 300	7 300	7 600	8 100	9 800
Ungarn	2 000	1 200	2 300	2 100	2 300	1 900
Italien	17 000	17 700	22 000	19 600	20 000	20 800
Belgien	11 000	9 600	10 100	13 500	14 700	15 300
Frankreich	6 500	4 600	8 800	8 800	7 600	8 200
Griechenland	14 500	14 200	14 400	12 700	17 000	13 200
Andere Länder Europas . .	2 000	2 000	2 500	4 000	4 000	4 000
Ver. Staaten von Nordamerika	138 200	129 300	166 200	146 400	142 700	158 600
Mexico	30 100	22 300	47 500	57 000	68 000	63 000
Canada	—	—	—	—	5 000	11 000
Australien	19 000	40 500	54 000	50 000	38 000	30 000
Zusammen	524 500	539 500	629 200	621 700	637 900	671 800

Innerhalb 35 Jahren hat sich demnach die Bleiproduction verdreifacht.

Silber.

Vorkommen. Das Silber [1]) kommt in der Natur theils gediegen (meist goldhaltig), rbunden vor. Die am häufigsten vorkommenden Silbererze sind: Das Silber- oder der Silberglanz, Ag_2S, das Dunkel-Rothgültigerz, Ag_3SbS_3, das Rothgültigerz, Ag_3AsS_3, der Miargyrit, $Ag_2Sb_2S_4$, das Sprödglaserz $+ Sb_2S_3$), der Polybasit [(Ag_2S, $Cu_2S)_9$, Sb_2S_3], und das Weissgültigerz S, $Cu_2S)_4$, Sb_2S_3 + (PbS, $Ag_2S)_4$, Sb_2S_3]. Als Chlorsilber, Silberhornerz, $AgCl_2$, h das Silber im Staate Utah. Häufig kommt das Silber im Bleiglanz vor, dessen alt gewöhnlich zwischen 0,01 bis 0,03 Proc. schwankt, zuweilen 0,5, selten 1 Proc. im Kupferglanz, Kupferkies und Buntkupfererz mit 0,020 bis 1,1 Proc. Silbergehalt, in erhaltigen Pyriten (aus deren Abbränden Silber und Kupfer gewonnen wird), in zen und auch in Zinkblende, Galmei u. s. w.

Gewinnung. Nur sehr wenige Silbererze lohnen unmittelbares Schmelzen; das meiste Silber wird gewonnen durch:

1. Herstellung von silberhaltigem Blei und Ausscheidung aus demselben;
2. Amalgamation;
3. Ueberführen in lösliche Verbindungen und Fällen aus den erhaltenen wässerigen Lösungen.

Gewinnung des Silbers mittels Blei. Beim Schmelzen von Silber- it Blei wird Silber abgeschieden:

$$Ag_2S + Pb = 2\,Ag + PbS \text{ und}$$
$$Ag_2S + 2PbO = 2\,AgPb + SO_2.$$

hält silberhaltiges Blei, und einen Stein aus Schwefelblei, Schwefelkupfer, leisen u. s. w. Für die Bleiarbeit werden eigentliche Silbererze, geröstete Erze, silberhaltige Kupfer- und Bleierze in geröstetem oder ungeröstetem Zu- gerösteter silberhaltiger Scherbenkobalt u. s. w. verwendet, indem die zu rnden Stoffe mit geschmolzenem Blei behandelt werden. Es entsteht ebenso m Zugutemachen von silberhaltigem Bleiglanz (vgl. S. 257) silberhaltiges blei.

ie Entsilberung des Werkbleies kann geschehen 1) auf dem Treibherde, h Pattinsoniren, 3) vermittels Zink (Parkesiren) und 4) elektrolytisch.

as Treiben (oder Abtreiben) auf Treibherden beruht darauf, dass das leicht oxy- Blei von den nicht oder nur schwer oxydirbaren Metallen durch einfache oxy- Schmelzung abgeschieden wird, das entstehende Bleioxyd abfliesst. durch sich stets erneuernde Ober- des Metallbades wird so lange t, als die Metalllegirung noch Blei , bis zuletzt das Silber zurückbleibt.

er alte Treibherd ist ein runder -Flammofen mit einer angebauten ng F (Fig. 225); der Herd A ist mit us Blech gefertigten und inwendig erfestem Thon ausgeschlagenen Haube ckt, welche durch die Vorrichtung D ben und niedergelassen werden kann. rd wird aus Kalkmergel geschlagen, Mitte befindet sich eine Vertiefung zum

Fig. 225.

[1]) Silber soll im J. 1300 v. Chr. von Aeacus entdeckt sein. Plinius gibt folgende rprobe: Legt man Silberstückchen auf eine glühende eiserne Schaufel, so hält das Probe, welches weiss bleibt. Minderwerthig ist das, welches röthliche, werthlos das, s schwarze Farbe annimmt. Polirtes Silber wird dadurch erprobt, dass auf ihm die durch lichen Hauch hervorgebrachte Schweisswolke sofort verschwindet.

Ansammeln des Silbers. Die gebildete Glätte fliesst seitlich ab. Das Blechloch (Sc
P dient zum Eintragen der Herdmasse und der Werke. Die Formen des Gebläses
bei *a*. Die Treibarbeit wird bei gesteigerter Temperatur so lange fortgesetzt, bis
auf dem Herde zurückgebliebene Silber nur noch mit einer dünnen Schicht von B
überzieht, die ebenso schnell zu verschwinden scheint, als sie entsteht. Das Entste
Verschwinden des Häutchens gibt sich durch ein Farbenspiel, das Blicken des S
zu erkennen. Sobald dieses wahrgenommen wird, hört man mit dem Feuern auf, k
Blicksilber durch Besprengen mit Wasser und hebt es aus dem Ofen. Das abfliessende
Bleioxyd erstarrt beim Erkalten zu einer blättrig krystallinischen Masse von gelber oder
gelber Farbe, Bleiglätte oder Silberglätte. (Vgl. S. 269.) Das Verfahren wird r
wenig angewendet.

Das Pattinsoniren. Das von Pattinson (1833) angegebene Ve
gründet sich auf die Erscheinung, dass, wenn man eine hinreichende Menge vor
haltigem Blei in einem eisernen Kessel einschmilzt und die flüssige Masse gleic
sich abkühlen lässt, in derselben sich kleine Krystalle (Oktaëder) bilden, welc
ärmer an Silber sind als die ursprüngliche Legirung, während in dem flüssig gebl
Theile das Silber zurückbleibt. Schmilzt man diese Krystalle und verfährt auf
Art, so bilden sich von Neuem Krystalle, die abermals silberärmer sind als die fr
Die ersten Anschüsse sind die silberärmsten, die späteren werden immer silber
Das einer Reihe derartiger Trennungen unterworfene Blei ist nach Beendigu
Arbeit in einen kleinen und reichen Theil, Reichblei (mit 0,5 bis 1,5 Proc.
und einen grössern, sehr silberarmen Theil, Armblei (mit 0,001 bis 0,00
Silber) getrennt worden. Als Grenze, bis zu welcher die Anreicherung des Sil
Blei durch das Pattinsoniren fortgesetzt werden kann, sind 2,5 Proc. Silber im
zunehmen.

Auf der Hütte zu Pribram (S. 261) dienen zum Pattinsoniren nac
Pattinson-Rozan-Verfahren unter Zuhilfenahme von Wasser
gusseiserne Pfannen *a* (Fig. 226 bis 229) von 7 t Fassungsraum, welche au
gusseisernen Rahmen *b* aufliegen, mittels eines Krahnes über den vorderen Ran
Rahmens gehoben und entleert werden können. Das Blei fliesst in gusseiserne F
und aus diesen du
jedesmaligem Au
vorgelegte Blec
in den Kessel
Heizung der Pfan
schieht derart, d
Pfanne am Bod
an den Seiten v
Flamme umspül
die Heizgase kön
weder direct durc
Kanal *e* abgeleit
aber um den obere
des Krystallisirke
den Kanal *f* ab
werden, wozu m

Fig. 226.

Schnitt A B.

die Schieber *g*, *h* entsprechend zu stellen braucht. Dieser Theil des u
Krystallisirkessel führenden Kanals ist von dem unteren Theile desselben
einen aus einzelnen Segmenten zusammengestellten gusseisernen Ring *i* getre
Die Sohle unterhalb der Pfanne ist muldenförmig gemauert und auf de
eine kleine in der Mitte offene Zwischenmauer *k* aufgeführt, welche die I
besser an den Boden der Pfanne andrücken soll. Ein Theil der Sohle ist mit (

ımpft und führt von dessen tiefstem Punkte ein kleiner Kanal nach aussen, ›ei eintretender Bleilässigkeit der Pfanne das durchgehende Blei nicht in das ›erk eindringt. Der 20 t fassende Krystallisirkessel l ist ebenfalls aus Guss- dreiarmig; die zwei ›erstehenden Arme m zum Auslassen des ıhaltes, der dritte ist zur Dampfeinlei- ›stimmt. Der Kessel ıf einem von vier ›rnen Füssen o ge- ıgusseisernen Kreuze Heizung des Kessels eingerichtet, dass die e zuerst den Boden ssels bestreicht, nach te sich wendet, dann essel nach oben zu t, durch eine Mauer- q gestaut wird und ı lothrechten Kanal r

Fig. 227.

Fig. 228.

Fig. 229.

. Die Auslassarme des Kessels können auch geheizt werden, wozu die zwei feuerungen dienen. In den Auslassarmen sind zum Zurückhalten der Krystalle ›erne Siebe angebracht, welche durch schmiedeiserne Stutzen gehalten werden. ›n Auslassarmen befinden sich je zwei gusseiserne, in die Hüttensohle eingesenkte ›eln (Fig. 228).

Nach dem Einschmelzen des Bleies wird der Kessel gefüllt, durch einige Minuten Dampf n, abgestellt, der Abstrich abgehoben, wieder Dampf gegeben und mit der Krystallisation ıen. Diese besteht darin, dass der Arbeiter bei zugemachter Haube, von der Bühne aus, Auf- und Zumachen des Hahnes im Wasserrohr, Wasser in den Kessel einspritzen lässt, 'erlauf einiger Minuten, bei stetem Dampfzutritt und abgestelltem Wasserzufluss, die an ›sselrand und an die Haube geschleuderten Bleitheilchen in den Kessel zurückstösst, dann Wasser einspritzt, die Ränder zurückstösst, und in dieser Art weiter arbeitet, bis der , der bei richtig zusammengestellter Einströmung das Bleibad in ganz gleichmässiger

Wallung erhält, kaum mehr noch ein Aufwallen bewirkt, so dass man annehmen kann, des Kesselinhaltes in Krystallen sich abgeschieden haben und $^{1}/_{3}$ als Lauge geblieben ist Abstellen des Dampfes wird die Lauge durch die Kesselarme, welche man gleich bei der Krystallisation zu heizen angefangen hat, dadurch, dass man die auf dem Kesselro handene Glut auf die Kesselarmroste überträgt, in die vor dem Apparate befindlichen Sc abgelassen. In das flüssige Blei werden 2 schmiedeiserne Anker eingesenkt (Fig. 228) Stücke nach dem Erstarren mittels des Krahnes ausgehoben und zur weiteren Verarbeit bewahrt.

Die im Kessel zurückgebliebenen Krystalle werden nun eingeschmolzen, wozu Glut aus den Armfeuerungen auf den Kesselrost wieder überträgt, und nach dem Einsc derselben, die mittlerweile in der Pfanne eingeschmolzenen zwei Stücke von entsprec Halte in den Kessel eingelassen und die Krystallisation wieder begonnen. Durch fort Krystallisationen erhält man in ein und demselben Apparate Reich- und Armblei. Die füllung beträgt 19 t, vermindert sich aber in Fortsetzung der Arbeit durch den Abstric dass man sie durchschnittlich mit 18 t annehmen kann, aus denen man 6 t Lauge bekom in zwei Stücke abgelassen wird, weshalb eine Füllung der Einschmelzpfanne, wenn Zw bleie eingesetzt werden, stets aus zwei Stücken besteht.

Gearbeitet wird mit 11 Nummern, und zwar ist Nr. I dasjenige Blei, welches auf Nr. XI, das auf Reichblei krystallisirt wird. Auf jedem Apparate werden zu gleicher Z verschiedene Nummern in die Pfannen gebracht, so dass beispielsweise, wenn im Kessel mit rund 0,5 Proc. Silber (Nr. XI) krystallisirt wird, welches eine Lauge mit rund 0 Silber (Nr. XII, Reichblei) und Krystalle mit rund 0,3 Proc. Silber (Nr. X) gibt, in d Pfanne bereits zwei Stücke Nr. X eingeschmolzen sind, die nach dem Auslassen der Nr den Krystallen der Nr. X nachgefüllt werden; und in der zweiten Pfanne zwei Stücke vo eingesetzt sind, die, bevor die Krystallisation der Nr. X vorüber ist, eingeschmolzen s zu den jetzt aus dieser Krystallisation sich ergebenden, im Kessel zurückbleibenden Kr zugegeben werden. Die Entsilberung oder Anreicherung ersieht man aus folgenden Zal

	Erste Versuchs-reihe aus 125 Proben	zweite Versuchs-reihe aus 124 Proben	Durchschnitt aus den gesammten Proben	Jahres-durch-schnitt, abgerundet
Armblei	0,0014	0,0012	0,0013	0,0015
Nr. I	0,0026	0,0025	0,0025	0,003
„ II	0,0057	0,0059	0,0058	0,006
„ III	0,0126	0,0122	0,0125	0,011
„ IV	0,0253	0,0243	0,0248	0,022
„ V	0,0431	0,0403	0,0417	0,035
„ VI	0,0708	0,0684	0,0695	0,065
„ VII	0,1158	0,1085	0,1122	0,100
„ VIII	0,1947	0,1659	0,1803	0,140
„ IX	0,2990	0,2664	0,2826	0,190
„ X	0,4012	0,3784	0,3899	0,320
„ XI	0,5945	0,5122	0,5534	0,490
„ XII Reichblei .	1,0373	0,9366	0,9870	0,900

Zur Verarbeitung kommt gesaigertes Werkblei mit 0,501 Proc. Silber, Werkblei blasen der schwarzen Glätte mit 0,027 Proc. Silber und ausnahmsweise kam im Laufe de etwas Werkblei vom Erzschmelzen mit zum Pattinsoniren. — Man erhält als Endp Reichblei, Armblei, Abstrich und Flugstaub. — Das Reichblei kommt zum Abtrei Armblei wird raffinirt, der Abstrich wird dem Erzschmelzen zugegeben und de staub wird in das rohe Erz eingemischt. Dieser Flugstaub hält bei geringem Si (0,056 Proc.) 3,5 Proc. Kupfer. (Vgl. J. 1892, 232.)

Die vom Pattinsoniren fallenden Armbleie werden dem Raffiniren unterworfen dem die Mergelbrust neu hergestellt und der Stich frisch mit Mergel verschlossen wu Feuer gegeben und das Blei mittels Schaufel über die Walzen vor den Arbeitsthüren ein Nach dem Einschmelzen wird bei immer stärkerem Feuern der Abstrich über die Me gezogen, dann Oberwind gegeben und die sich bildende Glätte mit eisernen kleinen den sogenannten Glättehaken, durch eine in der Brust gerissene Gasse über einen gus Kasten abgelassen, diese dann mit einem Lehmstück geschlossen, und nachdem sic Glätte gebildet hat, diese abermals abgelassen und dies so lange wiederholt, bis die ab Glätte eine schöne gelbe Farbe bei gleichmässigem Gefüge zeigt. Der Wind wird abgestellt, der Rost ausgeräumt, das Blei mit Kohlenlösche bedeckt und durch etwa 5

ɔst überlassen, wobei es soweit abkühlt, dass es abgestochen werden kann, was in der ıngegebenen Art geschieht. Ein Einsatz beträgt 24 t. Es werden 2 oder 3 Einsätze ander gemacht, derart, dass man des Morgens einsetzt und am nächsten Morgen das e Blei absticht, so dass in 24 Stunden der Einsatz verarbeitet ist. Zum Raffiniren ausschliesslich Pattinsonarmblei und erhält man daraus raffinirtes Weichblei (welches m Umschmelzen kommt), dann den ersten ordinären Abstrich, welcher zum Erzen zugegeben wird, den zweiten zinnhaltigen Abstrich, welcher auf Zinnblei verschmolzen ıd Glätte, die zum Erzschmelzen geht. Das raffinirte Weichblei wird umgeschmolzen, vei gusseiserne Kessel von 4 t Fassungsraum dienen, aus denen das Blei mit Kellen ausft wird.

in Theil der gesaigerten Erzbleie und das gesammte vom Pattinsoniren nde Reichblei wird abgetrieben. Auf einem Fundamente von Ziegeln ist nauerte Sohle des Herdes aufgeführt, die aus einem System von Kanälen besteht, derart angeordnet sind, dass in zwei Längskanäle entsprechend viele Querkanäle ı, welche nach aussen bez. unten die mit Längsrippen versehenen durchlöcherten ɔlatten führen. Die Seitenwände dieser Kanäle sind aus mit Mörtel gebundenem werk, das sie nach oben abschliessende Pflaster ist ohne Mörtelverbindung her-. Dieses Pflaster hat nach den 4 Seiten des Ofens ein Ansteigen und ist der lesselben, über welchen die Blickspur zu liegen kommt, am tiefsten gelegen und ner Eisenplatte bedeckt (Fig. 230 bis 233). In den Einfassungsmauern des

Fig. 230.

C

Fig. 231.

Schnitt EF.

s sind gleichfalls aussen mündende e angebracht. Zum führen in der Rück- drei überwölbte ngen, welche zum neinlegen dienen; geschehenem Blick lie mittlere grösste ng nebst dem zu- zum Herausnehmen ickes. In der Vor- ıd des Ofens be- sich die Zieh- g; diese kann durch

eine, in Führungsleisten, die auf den Verankerungsplatten angeschraubt sind eines Hebels bewegliche Thür geschlossen werden, so dass während des Ox processes im Ofen sowohl, als auch während des Glätteablassens der Rauch Ofen nicht dringt; desha man diesen gegenüber de runden Herd S. 265), bei der ganze Ra dem Ofen dri geschlossenen Die Feuerung seitig angebr der Mitte du Zwischenmaue trennt; es wer ausschliesslich schlitzroste unter welche geblasen wird. vier Füchse v Flamme über d geführt und gleich viel Füc sie lothrecht in einen welcher sich mit den Kan anderen Oefen zu einem kanal vereinigt, welcher eigene, 38 m hohe Esse Der Ofenherd ist mit zwischen Eisenschienen gev gemauerten und mit Sc verankerten Hut gesc Dieser wird durch eine baren Krahn gehoben u rend des Herdschlagens, hebens u. dgl. nach der S schoben.

Fig. 232.

Fig. 233.

Auf die gemauerte Herdsohle wird eine untere Sohle aus Mergel ausgestampft, mehrmaliges Bleiauflegen bestimmt ist, und welche wieder die vor jedesmaligem Bleiauf erneuernde obere Mergelsohle trägt. Der Mergel wird durch Mischen von 90 Th. Kalkst 30 Th. weissem Lehm erzeugt. Dieser Mergel wird vor seiner Verwendung mit be brauchtem, sog. altem Mergel gemischt; für den unteren Boden nimmt man das Verhäl gleichen Theilen, für den oberen Boden auf 4 Th. alten 3 Th. frischen Mergel; dieses Gemisch wird auf den Herd eingetragen und mit rechenartigen, mit breiten Zinken vers warm gemachten Stampfern festgestampft. Der obere Boden bekommt eine allseitige, so Neigung gegen die vor der Rückwand angebrachte Blickspur; die Ziehöffnung wird in der wand durch eine Mergelbrust geschlossen.

Zum Treiben nimmt man nicht raffinirte Bleie, es wird daher ohne Nachsatz ge Nachdem der Mergelboden geschlagen und die Blickspur gemacht wurde, wird das Blei ei der Hut aufgesetzt, der Rost in Ordnung gebracht und bei Unterwind Feuer gegeben. N

elzen wird der Abstrich mit breiten eisernen Krücken über die Ofenbrust abgezogen, rch drei Kannen, die man in die Oeffnungen in der Rückwand einlegt, Oberwind gegeben, sich bildende schwarze Glätte durch eine in der Brust gerissene Gasse mit schmalen (Glättehaken) gezogen, auf die vor dem Ofen befindlichen Eisenplatten abfliessen und abgehoben. Nach der schwarzen Glätte bildet sich die lichte Glätte, welche gleich-die Platten abgelassen wird, während die dann sich bildende arme Glätte in Stückform gebracht wird, dass man an die vor dem Ofen befindliche gusseiserne Glättrinne eine iserne Vorlage anschiebt und in diesen abgeschlossenen Raum die Glätte ablässt. — n Vollfüllen der Form und oberflächlichem Erstarren des Stückes wird die Blechvorlage und, um Explosionen zu vermeiden, das Stück angestochen; der ausfliessende Theil untergestellten kleinen Wagen aufgefangen, dann werden beide Stücke in das Glätte-abgelaufen. Entsprechend der abnehmenden Tiefe des Bleibades werden die Kannen

e mehrere Stunden vor beendetem Treiben sich bildende, silberhaltigere Glätte, reiche wird abgesondert; das Treiben wird so weit fortgesetzt, bis sich nur mehr eine ganz tliche Menge von Glätte bildet und endlich das Silber in der bekannten Art blickt. Nun Wird abgestellt, und nachdem die Kannen herausgenommen sind, die Glättgase mit ehmbatzen verschlossen, während durch die Ziehöffnung zwei schmiedeiserne Messer in llbad eingesenkt werden, worauf der Blick mit Wasser abgekühlt wird. Die Messer ann ausgehoben, der Blick mit Stangen und Zange herausgezogen, abgelaufen, geputzt, und, nachdem man auf demselben das Gewicht ersichtlich gemacht hat, in der Silber-verwahrt. Mittlerweile wird der Treibofen geschlossen. Am nächsten Tage oder später Herd gehoben, wobei die Silberkörner und Wurzeln sorgfältig ausgesucht werden; vird der obere Mergelboden abgeworfen und der Mergel gesiebt. Der Durchfall wird Mergel zur Herderzeugung wieder benützt, der Rückfall aber gibt die sogenannten lle. Ein Treiben dauert bei einem Einsatz von 228 hk einschliesslich des Herdvor-80 Stunden, und zwar dauert: das Mergelvorbereiten, Herdschlagen und Bleiauflegen n Tage bis 2 Uhr Nachmittags; das Kohlenzulaufen, Anheizen und Einschmelzen bis h des zweiten Tages. Das Abstrichziehen ist um 12 Uhr Mittags, das Ziehen der schwarzen um 6 Uhr Abends, das Ziehen der schwarzen Glätte *b* (lichte Glätte) um 9 Uhr Abends en Tage; das Ziehen der armen Glätte um 8 Uhr Abends am dritten Tage, das Treiben 2 bis 3 Uhr Nachmittag am vierten Tage beendet. Das Kanneneinlegen, Wechseln erlegen derselben findet am zweiten Tage um 12 Uhr Mittags, zwischen 8 bis 9 Abends s 5 Uhr früh; am dritten Tage zwischen 11 bis 12 Uhr Vormittags, 8 bis 3 Uhr Abends, hr früh und am vierten Tage um 12 Uhr Mittags statt. Bei diesem letzten Wechseln en werden statt der bis dahin in den drei Oeffnungen der Rückwand angebrachten drei nur in die mittlere Oeffnung zwei Kannen eingelegt, die Seitenöffnungen aber ver-. Zum Treiben wird, und zwar auch während des Blickens, ausschliesslich Stein- oder hle verwendet.

e Producte der Treibarbeit sind: Blicksilber, Abstrich, schwarze Glätte *a*, schwarze (lichte Glätte), rothe und grüne Glätte (arme, Verschleissglätte), reiche Glätte, Herd, lle, Spurherd und Flugstaub. Das Blicksilber hält 95 Proc. Feinsilber und kommt finiren (Silberfeinbrennen). Diesem werden auch die aus dem Herde ausgesuchten beigegeben. Der Abstrich, welcher neben 64 Proc. Pb und 0,206 Proc. Ag auch ntimon, Zinn und Kupfer hält, wird dem Erzschmelzen zugegeben. Die schwarze *a*, welche neben 81 Proc. Blei Antimon 0,008 Proc Ag hält, kommt zum Verblasen. Die lätte, schwarze Glätte *b*, welche an Antimon ärmer ist (etwa 0,6 Proc. Sb), wird beim elzen zugegeben. Die arme Glätte wird in rothe und grüne Glätte sortirt. Die zerfallen nach dem Abkühlen und werden die einzelnen Brocken, welche eine grünliche igen, ausgesucht, der Rest, welcher ein schuppiges Aussehen hat, wird in einer voll-geschlossenen Trommel über ein feines Sieb gesiebt. Der Durchfall davon, welcher jetzt ne rothe Farbe zeigt, wird als rothe Glätte der Rückfall aber mit den früher ausge-Stücken als grüne Glätte in den Handel gebracht.

reiche Glätte, welche mit 88 Proc. Pb und 0,023 Proc. Ag fällt, kommt zum Erz-n zurück. Der Herd (nämlich derjenige Theil des oberen Mergelbodens, der sich mit enden Producten angesaugt hat) enthält, neben Blei und Silber vorwiegend kohlensauren Thonerde, und wird gleichfalls nach sorgfältigem Aussuchen der Silberkörner dem Erz-n zugegeben. — Unter Spurherd ist derjenige Theil des Herdes zu verstehen, welcher in der Blickspur sich beim Herdheben leicht mit der Kratze ablöst und der manchmal vom Blick abgebrochene Stücke Silber enthält und darum auch bei 74 Proc. Pb 2,620 Proc. eist. Dieser kommt zum Erzschmelzen, wird aber aus Gründen der Sicherheit direct . Die Herdabfälle mit 30 Proc. Pb und 0,057 Proc. Ag kommen gleichfalls zum Erz-

schmelzen. Der Flugstaub, welcher aus den zwischen den Oefen und der Esse Kanälen ausgehoben wird und dessen Menge im Verhältniss zum vertriebenen Qua geringe ist (0,45 Proc.), hält bei 59 Proc. Pb nur 0,018 Proc. Ag und wird in das roh gemischt und dem Rösten übergeben.

Das Feinbrennen oder Raffiniren des Silbers. Das Blicksilber, welch Silber, den Rest Blei, etwas Wismuth und Spuren von Gold enthält, wird in einem F feingebrannt. Nachdem bei abgehobenem Hute der vom vorhergehenden Raffiniren bliebene Herd abgehoben und die obere Mergelsohle abgeworfen wurde, wird in der neue hergestellt, an deren tiefstem Punkte eine kleine halbkugelförmige Spur gelasse welcher der Rest des Silbers, das sich nicht mehr ausschöpfen lässt, sich als sogenannt könig ansammelt. Auf diese Sohle wird das Blicksilber und der König vom letzten Fe eingetragen; hierauf wird der Hut herabgelassen, die Arbeitsthür zugemacht und Feuer Nach dem Einschmelzen wird die Arbeitsthür aufgemacht, womit das eigentliche Raff ginnt. Man streut auf das Silberbad, als sogenannten Test, Flugasche von den Dam welche die sich bildende Glätte nach einiger Zeit aufsaugt und dann abgezogen wird. streuen der Asche und Abziehen des vollzogenen Testes wird solange wiederholt, bis d bad spiegelt. Zwischen dem Abziehen und Aufstreuen des nächsten Testes lässt 2 Minuten das Silberbad unbedeckt. Ist das Silber fein genug, was man an der glat fläche eines Probebarrens erkennt, so wird es mit Löffeln in gusseiserne Ingüsse aus Die Barren werden im Wasser abgekühlt, dann später von der anhaftenden Glätte ge wogen und zur Einlösung an das Hauptmünzamt in Wien abgesendet. Der Feinhalt nach der Gay-Lussac'schen Probe aus dem mittleren Barren bestimmt wird, betr 998. Der Goldhalt des Feinsilbers betrug nach einer Probe von 1887 nur 0,0061

Als Producte des Silberraffinirens erhält man neben dem Feinsilber noch Test, reichen Mergel. Der Test sowohl als auch der Herd, welcher nach dem Abheben anhaftenden Mergel (reichen Mergel) getrennt wird, werden dem Erzschmelzen ü während der reiche Mergel in das rohe Erz eingemischt wird. Der Test hält etwa 3 Herd 8 Proc. Wismuth.

Die Entsilberung des Werkbleies durch Zink, wurde von K (1841) vorgeschlagen und ist im J. 1850 von Parkes in den Betrieb ei Man trägt in einen eisernen Kessel Werkblei ein, versetzt dieses nach dem S mit 5 Proc. geschmolzenen Zink und lässt das Gemisch nach gehörigem Umr lange stehen, bis das Zink an der Oberfläche zu einem Kuchen erstarrt, den hebt u. U. abpresst (J. 1897, 287). Das Zink wird von dem Silber durch De geschieden (vgl. J. 1887, 428). Nach Beendigung der Destillation nimmt Rückstände heraus und treibt, nachdem man etwas Blei hinzugefügt hat, wie ge auf dem Treibherde ab. Nach dem von Cordurié eingeführten Verfahren man das Zink durch überhitzten Wasserdampf ($Zn + H_2O = ZnO + H_2$).

Für Zinkentsilberung in Amerika nach Parkes gibt Kroupa (J. 1895) Stammbaum: siehe Fig. 234.

Nach Versuchen von Rösing ist die Werkbleientsilberung durch Zi durch eine grössere Verwandtschaft von Zink zum Silber bedingt, sondern durch die der Verwandtschaft von Blei zu Silber mit zunehmendem Zinkgehalt. Wird Dampf i menge von Blei und Zink bei einer den Schmelzpunkt nicht allzu sehr übersteigenden Te eingeleitet, so bewirkt er lediglich eine bessere Mischung beider. Ist indessen die Hi genug, so findet bekanntlich Zerlegung des Dampfes durch das Zink statt, und dieses Folge einer Oxydation dem Blei wieder entzogen. Ist nun aber die Temperatur erhebli als im ersten Falle, dagegen nicht ganz hoch genug für eine lebhafte Oxydation des tritt auffallender Weise doch eine Trennung des Zinks vom Blei ein, ohne dass das erster wird; vielmehr bildet sich ein richtiger Zinkschaum mit etwa 3 Proc. Zink, aus welch wie aus dem Reichschaum im Retortenofen abdestillirt werden kann. Es lässt sich hie Wiedergewinnung von metallischem Zink aus dem zinkischen Armblei begründen. 1889, 312; 1896, 208.)

In Oker a. H. (vgl. S. 239) wird das Blei durch drei Zinkzusätze entsilbert, w letzte Schaum repetirt wird. Das Raffiniren (Entzinken und Entabstreichen) des Arml schieht durch Einleitung von Wasserdampf in die gefüllten Kessel, welche endlich m Bleipumpe entleert werden. Den Zinkschaum verschmilzt man zusammen mit de Rückständen im Hochofen auf Reichblei; neuerdings wird der Schaum destillirt. — Saigerofen erhaltene Schlicker von 20 bis 25 Proc. Kupfergehalt wird mit Ramm

kiesen im Hochofen verschmolzen; man erhält neben etwas Speise Kupferstein und durch n derselben Granalienkupfer; das dabei fallende Werkblei muss seiner Verunreinigung ınächst weiter gereinigt werden, ehe es dem andern Werkblei beigegeben werden kann.

ıus der Treibarbeit herıde Blicksilber enthält Silber und 0,85 Gold, welche 'eise getrennt werden, indem Rohsilber auf Testen unter əl feinbrennt und die Silberı in Porzellangefässen löst. Elektrolytkupferabfälle fällt dem Silbersulfat Cementwährend die entstandene triollauge in die Vitriolwandert; nachdem man das orzellangefässen abgeschiegold mit Schwefelsäure ausıat, wird es ebenso wie das lber zu Barren gegossen, ingehalt beim Golde 986,5, ber 997,5 beträgt. Dem ·lgt ein Theil des in den ıthaltenen Wismuths bis tzte Glätte und sogar bis in ı Feinbrennen des Blicklenden Testmergel. Diese 0 Proc. Wismuth haltigen werden zur Nutzbarderselben an andere Werke Jährlich erzeugen die ən Werke gegen 75 k Gold 0 k Silber, allerdings in aus dem Werkblei, sonı aus den übrigen Rammelsrzen, zu denen sie auch geı und in nicht vorwaltender remde Schmelzgüter, vorə edelmetallhaltiges Rohler Kupferstein hinzukaufen.

Fig. 234.

Werkblei.
I. Raffinirofen.
1. Abzug. → Saigerofen. → Saigerdörner → Zum Erzschmelzen.; Werkblei
2. Abstriche. → Saigerofen. → Saigerdörner → Zum Ofen für Hartbleierzeugung. → Hartblei; Arme Schlacke; Werkblei
3. Raffinirtes Blei.
II. Entsilberungskessel.
1. Kesselabstrich. → Erzschmelzen (?)
2. Gold- u. Silberkrystalle. → Saigerofen → Gesaigerte Gold- und Silberkrystalle → Retortenofen → Retorten-Rückstände → Treibofen. → Güldisch-Silber → Markt.; Glätte → Erzschmelzen (Schachtofen).; Zink; Gesaigertes Blei
3. Entsilbertes Blei. → Raffinirofen (für Entzinken). → Raffinirt. Bl. → Markt.; Abstriche → Erzschmelzen (Schachtofen).
Erklärung: Ganzproducte. Zwischenproducte.

Deutsche Gold- und cheideanstalt empfiehlt endete Zink mit 0,5 Proc. ium zu versetzen. Es das Verfahren hierdurch so , dass man mit einem Jeberschuss von Zink (un-Proc. von dem Gewicht des Silberbleies) arbeitet, welcher in das Metallbad eingerührt ort mit Silber beladen wieder daraus hervorkommt und wiederholt und so oft zur Entbenutzt wird, bis es mit Silber gesättigt ist (J. 1892, 230). Hasse (J. 1895) empfiehlt ım haltiges Zink.

Hoboken bei Antwerpen bringt man die erhaltene Zinkaluminiumlegirung auf das Blein dasselbe die erforderliche Temperatur, die je nach dem Silbergehalte zwischen 400 iegt, erreicht hat. Dann wird das Ganze umgerührt und erkalten gelassen. Das Zink hdem es das Silber aufgenommen hat, an die Oberfläche und wird dann abgehoben. Silberzink von dem überschüssigen Blei zu befreien, wird es in einem gusseisernen, mit fnung versehenen Kessel bei niedriger Temperatur gesaigert. Dann wird bis zur Rothtzt, um die Zinksilberlegirung zu schmelzen und um den letzten Rest Blei zu entfernen. ilberzink auf dem Blei schwimmt, wird es abgenommen. Die Zinksilberlegirung besteht s 40 Proc. Silber, je nach dem Silbergehalte des Werkbleies, 5 Proc. Blei, 2 bis 4 Proc. nd 60 bis 70 Proc. Zink. Sie beträgt etwa 2 Proc. des verarbeiteten Werkbleies, während lten Processe 15 Proc. Zinkschaum von folgender Zusammensetzung fielen: 4 bis 6 Proc.

Ag, 70 bis 80 Proc. Pb, 0,5 Proc. Cu und 10 Proc. Zn. Die Zinksilberlegirung kann
Salzsäure oder verdünnter Schwefelsäure behandeln. Man erhält dann ein Zinks-
Silberschlamm. Beim elektrolytischen Verfahren erhält man ein Zink vor
zeichneter Reinheit. Als Elektrolyt dient eine Auflösung von Chlorzink in Chlorma
mit einem spec. Gewichte von 1,2 bis 1,27. Die Kathoden sind lothrechte kreisförmi
platten, die auf einer wagrechten Spindel befestigt sind. Diese dreht sich über der Ol
des Bades. Das Zink wird in Form von Platten gewonnen. Wenn das Zink aus den
ausgezogen ist, so bilden diese einen Schlamm, der aus 75 Proc. Ag und 12 Proc. Pb
Die Oxyde von Kupfer, Zink und Eisen werden in sehr verdünnter Schwefelsäure a
während das Chlorsilber, welches sich in geringen Mengen bildet, durch Eisenab
metallischem Silber reducirt wird, und dann erhält der zurückbleibende Schlamm
15 Proc. Pb, etwas Cu und 80 bis 85 Proc. Ag. Er wird auf einem Teste raffinirt. (
234; 1894, 361.)

Wesentlich erleichtert wird die Ueberführung der grossen Bleimengen durch R
Bleipumpe. Ist in einem Entsilberungskessel *K* (Fig. 235 und 236) das Werkblei e
das Zink und Antimon entfernt, das Blei somit zum Ausgiessen fertig, so wird die Bleip
das Bleibad eingelass
Dampfrohr, an welch
der Dreiweghahn *H*
mit der Dampfleitung ve
und Absperrventil *W* u
H, welcher vorher das
innere mit der äusse
verband, für den Dam
gang geöffnet. Das B
ches, nachdem es da
ventil *V* gehoben, sic
Pumpe so hoch gestel
wie im Kessel, wird n
den Dampfdruck, wel
Kugelventil in sein
drückt, gezwungen,
Steigrohr oben ausz
ein untergestelltes,
Zapfen *Z* drehbares,
einem Trichter versehe
flussrohr *R* vermittelt
bindung mit den im
aufgestellten Mulden *M*
man den Dampf durch
des Dreiweghahnes i
anfängliche Stellung al
die ursprüngliche Füll
fernt ist, und lässt
wieder zutreten, w
innere Bleispiegel sich
äusseren gleichgestellt
fährt man mit solch
selndem Schliessen und
fort, bis der Entsilberun
entleert ist, so hat m
unterbrochenen Betrieb
man aber den Dampf
brochen zutreten lässt,
ununterbrochener Betr

Fig. 235.

Fig. 236.

Sowie nämlich durch das Sinken der inneren Bleispiegels die untere Oeffnung des Ste
frei wird und somit der Dampf ungehinderten Austritt in die Luft findet, geht die Pres
Innern der Vorrichtung nahezu auf den atmosphärischen Druck zurück; in Folge desser
das im Entsilberungskessel befindliche Blei das Kugelventil zu heben und in die Pump
treten, allerdings nur so lange, bis die Eintrittsöffnung des Steigrohres wieder durch
den Dampf abgesperrt ist. Dann steigt die Pressung alsbald auf ihre frühere Höhe,
Dampf drückt das soeben eingetretene Blei in die Mulden. Dieses Spiel wiederholt

ınd in so sanfter Weise, dass das Blei nahezu ununterbrochen aus dem Steigrohr aus-
diglich pulsirend, wobei die Schwankungen im Ausfluss so gering sind, dass sie in dem
ohr *R* völlig verschwinden.

f der Muldener Hütte bei Freiberg ist das Verfahren nach Pattinson
rkes derart vereinigt, dass das Pattinsoniren in demjenigen Kessel der Batterie
chen wird, wo auf die Gewinnung des Wismuthes zu rechnen ist, welches in
hblei geht. Zum Pattinsoniren dient eine Batterie von 9 gusseisernen Kesseln
m oberem Durchmesser, 0,90 m Tiefe und je 15 t Einsatz. Für das Parke-
Fig. 237 bis 240) sind mit getrennter Feuerung aufgestellt: 2 gusseiserne Ent-
gskessel *a* von 1,98 m oberem Durchmesser, 1 m Tiefe und mit 20 t Fassungs-

Fig. 237.

Fig. 238.

gusseiserne halbkugelförmige Saigerkessel *b* von 0,55 m Halbmesser, 1 Raffinir-
nit einem Scharmotteherd von 3 m Länge, 2 m Breite und 0,45 m Tiefe, zur
ıng des Armbleies, sowie ein gusseiserner Stichkessel *d* von 1,9 m oberem
esser und 1 m Tiefe zur Aufnahme des entzinkten Armbleies. Der Apparat

für den Parkesprocess schliesst so an den Pattinsonapparat an, dass d Entsilberungskessel und die mit ihnen in gleicher Höhe befindlichen 3 Saigerk ersteren mit ihrem K um 2 m über dem F Pattinsonkessel liegen das zinkische Armble mit seiner Herdsohle g um 2 m unter dem F Entsilberungskessel nac angebauten Raffinirofe Heber (Fig. 241) in sigem Zustande beque hoben werden kann. des Raffinirofens ist m Kesselrand 10 cm u Raffinirofensohle der St für das entzinkte Arn gebaut, aus welche einen mittels Kegelve schliessbaren Rohrstu ein an diesen ansch drehbares Gerinne das des Armbleies in g Pfannen erfolgt, um ihm die für de passende Form zu geben. Das des letzten Kessels der Pattins von dem für das Parkesiren be 0,1 Proc. Silber haltenden Werkbl durch Auspumpen mittels der Rösi Dampfpumpe (S. 274). Zum E des Zinkes dient eine etwa 2,3 Rührkelle mit 100 bis 120 zum Abtropfen des Bleies, heben des Zinkschaumes ein Kelle mit kürzerem Stiel. Destillation des I schaumes dienen zwei öfen (Fig. 242) mit runden weiten und 0,9 m bis zur I tiefen Schachte. Auf dem lichen Kranze *e* aus Winkel starkem Eisenblech mit Sc futter liegt der Deckel *f* a platten, welche in einem F Winkeleisen ruhen. Kranz u können einzeln oder zusamm Flaschenzuges abgehoben Der Graphittiegel ist Wandstärke 55 cm hoch. D hohe eiserne Vorlage *k* ruht

Fig. 239.

Fig. 240.

Fig. 241.

Fig. 242.

Bodenplatte und hat einen beweglichen Deckel. Sämmtliche raffinirte Werk-
ı über 0,1 Proc. Silbergehalt, sobald sie nicht direct abtreibewürdig sind,
in einem ihrem Silbergehalte entsprechenden Kessel der Pattinsonbatterie
satz und werden daselbst nach dem $^2/_3$-Systeme auf ein Reichblei bis zu
und ein Armblei von 0,1 Proc. Silbergehalt in bekannter Weise pattinsonirt.
hblei geht zum Abtreiben und das silberarme Werkblei zum Parkesiren (vgl.
421).

Entsilberung dieses Werkbleies durch Zink werden nach dem Einschmelzen
im Entsilberungskessel zunächst die gebildeten Schlicker mittels der Schaumkelle
bgehoben, bis das Bleibad eine vollkommen reine Oberfläche zeigt. Ist das Blei unter
eines Deckels auf den Kessel bis zum Schmelzpunkt des Zinkes heiss gefeuert worden,
der erste Zinkzusatz. Ist der Zinkzusatz vollkommen in das Blei eingerührt, so bleibt
mischung so lange ruhig stehen, bis sich am Kesselrande eine etwa 3 bis 4 cm breite
bildet hat. Nun muss unter sorgfältigem Abtropfenlassen des anhängenden Bleies der
rfläche getretene Zinkschaum mit der Schaumkelle abgehoben werden. Der Zinkschaum
rstmaligen Zinkzusätzen gelangt hierbei als der silberreichere Schaum (Reichschaum)
benliegenden Saigerkessel, während der von den letztmaligen Zinkzusätzen fallende
Zinkschaum (Armschaum) in eiserne Pfannen gestürzt und später bei der Ent-
eines frischen Werkbleieinsatzes zum Zweck der Ausnutzung seines Zinkgehaltes und
ner Anreicherung wieder mit eingetränkt wird. Gleichzeitig mit der Entfernung des
mes wird das Feuer unter dem Kessel verstärkt, um dem Blei für den nächsten Zink-
der die erforderliche höhere Temperatur zu geben. Die gesammte Behandlung wird
derholt, als Zinkzusätze nöthig sind, um dem Werkblei seinen Silbergehalt zu entziehen
Armblei zu verwandeln.

h dem letzten Abschäumen werden die Kesselwände mit dem Meissel abgeschabt, um
schaum, der sich dort ansetzt, zu entfernen und an die Oberfläche zu bringen, damit die
der Gehaltsbestimmung des Silbers im Armblei in keiner Weise gefährdet werden
erstärktes Feuer befördert die Loslösung des Schaumes. Vor jedem neuen Zinkzusatz
it einem Probenlöffel mehrere Proben von Blei aus der Mitte des vorher wiederholt
hrten Metallbades ausgehoben, in Zaine gegossen und auf ihren Gehalt an Silber ge-
rgibt die Probe einen Silbergehalt von 0,001 Proc., so unterbleibt ein weiterer Zinkzu-
der Entsilberungsprocess ist beendet. Sobald das nunmehr zinkische Armblei wieder
uert ist, wird es mittels des vorher erwärmten und mit Blei angefüllten Hebers aus dem
ein auf den Herd des Raffinirofens führendes Blechgerinne abgehoben und der Ent-
kessel nach seiner Entleerung sofort wieder besetzt. — Mit der Entsilberung findet zu
Zeit das Aussaigern des Reichschaumes zunächst im ersten, und dann noch-
weiten Saigerkessel statt. — Das bei dieser Saigerung erhaltene silberhaltige zinkische
geht gleich dem Armschaum in den Entsilberungsprocess zurück, während der abgehobene
erte, sehr silberreiche Reichschaum für die Destillation aufbewahrt wird (J. 1886, 189).
r Kesseleinsatz von 20 t Werkblei erfordert unter Mitverwendung des zinkischen
es und Armschaumes zu einer Entsilberung 215 k Zink und geschieht die Vertheilung
nge bei 3maligem Zinkzusatz mit 100 k auf den ersten, 75 k auf den zweiten und 40 k
ritten Zinkzusatz. Der zur Entsilberung nöthige Zinkzusatz beträgt demnach 1,485 Proc.,
sich der wirkliche Zinkverbrauch, nach Abzug des bei der Destillation des Reichschaumes
vonnenen Zinkes, nur zu 0,832 Proc. berechnet. Der ursprüngliche Silbergehalt von
und der Goldgehalt von durchschnittlich 0,0004 Proc. des Werkbleies reducirt sich nach
nkzusatz auf 0,0250 Proc. Silber und eine Spur Gold, nach dem 2. Zinkzusatze auf
oc. und nach dem dritten Zinkzusatze auf 0,0007 Proc. Silber ohne Gold. In der Regel
nahme des Silbergehaltes am stärksten nach dem ersten Zinkzusatze, während die letzten
Silbermengen schwieriger zu entfernen sind. Die Entsilberung wird auch wesentlich
, wenn der erste Zinkzusatz möglichst stark genommen wird. Der Zinkaufwand ist
ein grösserer, da hierdurch eine Ersparniss in der Zahl der folgenden Zinkzusätze, sowie
an Zeit und Kosten eintritt. Der Goldgehalt des Bleies verschwindet zumeist schon
ersten Zinkzusatze, da dieses Metall leichter als das Silber in das Zink übergeht. —
kblei gibt nach seiner Entsilberung an Producten ab:

roc. Schlicker vom Einschmelzen zur Bleiarbeit mit einem Durchschnittsgehalte von
004 Proc. Gold und 0,10 Proc. Silber,

roc. Reichschaum zur Destillation mit einem Durchschnittsgehalte von 0,0153 Proc.
ld, 4,0510 Proc. Silber, 53,2000 Proc. Blei, 2,6800 Proc. Kupfer und 39,7000 Proc.
Zink, und zwar:

1,73 Proc. Reichschaum I mit 0,0174 Proc. Gold- und 4,670 Proc. Silbergeh
0,31 Proc. Reichschaum II mit 0,0016 Proc. Gold- und 2,530 Proc. Silberge
0,21 Proc. Reichschaum III mit Spur Gold- und 1,130 Proc. Silbergehalt,
sowie 98,95 Proc. zinkisches Armblei zur Entzinkung mit einem Durchschnittsge
0,0007 Proc. Silber und 0,75 Proc. Zink.

In den Process kehren zurück: 1,5 Proc. Saigerblei mit einem Durchschnittsgehalt Spur Gold, 0,032 Proc. Silber und 1,300 Proc. Zink. — Armschaum bildet sich nicht, we dem dritten Zinkzusatz erhaltene Zinkschaum bei seiner Saigerung noch den oben au ziemlich silberreichen und mit Nutzen destillirten Reichschaum III liefert. Die Men saigertem Reichschaum nehmen mit der Höhe des Silbergehaltes im Werkblei zu, u sich dementsprechend auch der Silbergehalt im Reichschaum, während der Blei normalem Verlauf der Saigerung die Grenze zwischen 76 und 80 Proc. und der Zink jenige zwischen 20 und 24 Proc. innehält. Die Mengen an Armschaum bleiben sic Werkbleisorten so ziemlich gleich, weil in denselben die durch mehrmaligen Zinkzusatz Silbergehalte keine wesentlichen Abweichungen mehr zeigen, wenn der Armschaum wird. Der Bleigehalt in ihm erreicht zumeist 90 Proc. und der Zinkgehalt 6 bis 9 Pr Ausbringen an Saigerblei hält bei gleichmässiger Handhabung der Saigerung gleic mit den Mengen an gesaigertem Reichschaum und muss dasselbe in einem entspreche hältniss wachsen oder abnehmen, je nachdem mehr oder weniger Reichschaum in Folg oder niedrigeren Silbergehaltes des vorgelaufenen Werkbleies abzuheben ist. Der Si im Saigerblei zeigt sich durchgehends als ein mässiger, weil die Hauptmenge des S dem im gesaigerten Reichschaum verbleibenden Zink zurückgehalten wird, und w geringen Mengen Silber im Saigerblei nur durch das in dasselbe übergehende Zink geführt. Der Zinkgehalt schwankt zwischen 1 und 1,5 Proc. Das zinkische Arm bei richtiger Führung des Entsilberungsprocesses einen Gehalt von 0,75 Proc. nach, welche Menge von Zink zur Entsilberung des Werkbleies erforderlich waren. Der Gold- und Kupfergehalt des vorgelaufenen Werkbleies findet bereits vollstän nahme im Reichschaum und werden dadurch die nachfolgenden Producte frei von die Metallen.

Zur nachfolgenden Entzinkung im Raffinirofen ist das durch Ueberführun Entsilberungskessel in den Raffinirofen in seiner Temperatur zurückgegangene zinki blei bis zur Rothglut zu erhitzen und dann in derselben zu erhalten. Alsbald bildet der oxydirenden Einwirkung des Gebläsestromes ein aus Blei- und Zinkoxyd besteh strich auf der Oberfläche des Bleibades als eine dünne Kruste, welche mittels einer Krü die Arbeitsthore abgezogen werden muss, damit der Bleispiegel wieder frei wird. Die nahme hat so lange zu erfolgen, bis als Oxydationsproduct reine Bleiglätte auftritt, Entzinkungsprocess seine Endschaft erreicht hat. Sodann wird das Stichloch im R geöffnet und das Blei in den inzwischen angewärmten Armbleikessel abgestochen. I auf seiner Oberfläche schwimmende Bleischlicker abgehoben, so wird schliesslich das das am Boden des Kessels angebrachte Ausflussrohr nach und nach in die gusseiserne als reines Handelsblei abgelassen. Bei einem gleichzeitigen Betrieb von zwei Ents kesseln kann im Raffinirofen sofort die Entzinkung von Neuem beginnen, sobald der den Armbleikessel erfolgt ist.

Die Abstriche aus dem Raffinirofen sowohl, wie der Bleischaum aus dem Arm werden, wenn sich grössere Mengen davon angesammelt haben, vorerst in den R zurückgegeben, um aus ihnen noch eine nicht unbedeutende Menge Blei auszuschm werden dann erst, an Gewicht und Volumen erheblich vermindert, als bleiischer Vor der Erzarbeit verwendet. Gemahlen liefert der Raffinirabstrich auch ein sehr beliebtes material zu Firnissanstrich und kann somit theilweise ein Handelsproduct abgeben. zur Entzinkung vorgelaufenen zinkischen Armblei fallen 94,20 Proc. Handelsblei und (Raffinirabstrich. Die gesammte Entzinkungsarbeit vom Einlaufen des zinkischen Arm den Raffinirofen bis zum Abstrich des entzinkten Bleies erfordert im Durchschnitt 9 St Der ursprüngliche Zinkgehalt von 0,75 Proc. des zinkischen Armbleies reducirt sich na von 3 Stunden auf 0,16, nach 5 Stunden auf 0,01, nach 7 Stunden auf 0,0008, nach auf 0,0002 Proc.

Zur Destillation des Reichschaumes wird der möglichst klar gehalte schaum mit 1 Proc. groben Holzkohlenpulvers gemengt, hierauf der Boden des Grap (S. 276) mit einer dünnen Lage von wallnussgrossen Holzkohlenstückchen bedeckt und Tiegel bis zum Rand mit Reichschaum gefüllt. Dann wird die inzwischen an ihrem R feuchtem Kitt, bestehend aus 1 Th. Thon, 1 Th. Ziegelmehl und 1 Th. Kokspulver, be Haube *h* auf den Tiegel gesetzt, mit der Vorlage *k* verbunden und der Ofen mit Koks ge die Destillation beendigt, so wird die das übergetriebene Zink in Gestalt eines Klum

Vorlage abgerückt, der Rost des Windofens von der Schlacke und Asche geräumt, dann Ofenschacht schliessende Kranz und Deckel zusammen aufgezogen und so schnell als öglich die Haube vom Tiegel abgehoben, da die Haube, sobald sie abkühlt, fest am ften bleibt und bei Entfernung derselben entweder sie selbst oder auch der Tiegel der er Zertrümmerung ausgesetzt ist. Sobald der Tiegel etwas abgeraucht ist, wird vorerst iner durchlöcherten Kelle der auf der Oberfläche des ausgeschiedenen Reichbleies ende Rest von Holzkohle und unreducirtem Schaum abgehoben und dann zum Auskellen bleies in gusseiserne Pfannen geschritten. Nach Beendigung dieser Arbeit wird eine enge Holzkohle, wie zu Anfang, in den Tiegel geworfen und sofort die neue Post auf-

Vom vorgelaufenen Reichschaum werden ausgebracht:

oc. Reichblei mit 0,0186 Proc. Gold- und 7,35 Proc. Silbergehalt,
Tiegelgekrätz mit 0,0112 Proc. Gold-, 4,608 Proc. Silber- und 3,5 Proc. Kupfergehalt,
metallisches Zink,
Zink in 7,22 Proc. Zinkstaub und Zinkgekrätz.

s wiedergewonnene Zink berechnet sich auf das in dem Reichschaume zur Destillation errlaufen dieses Metalles zu 74,4 Proc. im metallischen Zink und zu 16 Proc. mit Zinkstaub, berhaupt zu 90,4 Proc., sowie weiter auf das Gesammtvorlaufen dieses Metalles bei der ung zu 43,86 Proc. im metallischen Zink und 9,43 Proc. im Zinkstaub, also zu 53,39 Proc., ei regelrechtem Betriebe 50 Proc. vom vorgelaufenen Zink wieder ausgebracht werden. inkausbringen deckt vollständig die Kosten der Destillation.

tsilberung von Werkblei durch Elektricität[1], sowie die elektro- Gewinnung des Silbers aus den Erzen haben bis jetzt noch keine nennenswerthe ng erlangt.

r elektrolytischen Scheidung von Zink-Silberlegirungen wird Friedrichshütte die Zinkentsilberung unter Zusatz von Aluminium ausgeführt). Dabei muss das Einrühren des Zinks rasch ausgeführt werden, am besten e eines kleinen, elektrisch angetriebenen Rührwerkes, wobei die Oberfläche des es möglichst wenig bewegt wird. Die verwendete Dynamomaschine liefert mit 0 Amp. und 15 Volt. — Die Bäder zur Elektrolyse sind viereckige Gefässe mm starkem Kiefernholz von 75 cm Länge, 60 cm Breite und 70 cm Tiefe 3 und 244). Dieselben sind mit 2 mm Bleiblech ausgeschlagen. Im Innern Auskleidung aus schwachen kiefernen Brettern angebracht, welche dazu dienen

Fig. 243.

Fig. 244.

erseits Beschädigungen des Bleibelages beim Einhängen der Elektroden zu ver-, andererseits das Auftreten von vagabundirenden Strömen zu vermindern. An ren Kopfseite ist die Holzauskleidung einige Centimeter von der Wandung ab-, in den hierdurch entstehenden Zwischenraum fällt die anlaufende Lauge, so in der eigentlichen Zelle aufsteigen muss. Der Einsatz lässt unten einen 15 cm Raum frei, in welchem sich die Anodenschlämme ansammeln. Die 8 Badzellen zwei Batterien terrassenförmig aufgestellt, um den Laugenumlauf zu ermöglichen. eren Ende einer jeden Batterie ist eine Reinigungstreppe (Fig. 245) angebracht.

J. 1882, 1171; 1884, 181; 1885, 1339; 1887, 428; 1897, 364; 1898, 199.

Ueber die Stufen dieser Treppe rieselt der Elektrolyt in beständigem, gleichm und dünnem Strom herab, nachdem er die Bäder verlassen hat. Hierdurch w fortwährende, sehr innige Berührung mit der Luft hervorgebracht, wie sie besse Einblasen von Luft nicht erzeugt werden kann. Die oberste und unterste Stuf Treppe sind zu flachen Bassins ausgebil welchen sich etwas Zinkoxyd befindet, au liegen auf der Treppe Abfälle von Zi Es müssen also die etwa in der Zinkvitr auf dem Wege durch die Bäder gelösten Mengen schädlicher Metalle hier abge werden, und da die Laugen über diese immer wieder geführt werden, behalten d eine vorzügliche Reinheit. Es liegt de punkt der ganzen elektrischen Zinkra in Bezug auf Vermeidung von Schwamm in der Erhaltung eines peinlich sauberen Elektrolyten, d. h. eines solc welchem fremde Bestandtheile, namentlich Eisen, Kupfer und Arsen sich nic vorfinden; in mässiger Menge suspendirte Theile von ausgefällten Metallen Eisen, schaden wenig oder gar nicht. — Die gereinigten Laugen fallen i Sammel- oder Klärsumpf, in welchem sie zunächst ab- und dann aufsteigend gefällten Bestandtheile absetzen, und kehren dann durch ein Laugengerinne zum I sumpf zurück. Von hier aus werden sie durch eine Dehne'sche Membranp einen Hochbehälter gehoben, von wo sie den Umlauf von Neuem beginnen. Hochbehälter ist ein Rost aus Bleiröhren angebracht, durch welchen man sowoh als kaltes Wasser aus der Wasserleitung führen und so die Laugen nach Beli wärmen oder abkühlen kann. — Zur Herstellung der Anoden wird die Zi legirung in 1 cm dicke und 20 bis 30 k schwere Platten gegossen. Ein Ohr sitzt 1 cm höher als das andere, damit auf der negativen Schiene eine Unterlage werden kann, ohne dass die Platte schief in der Zelle hängt. Die Analyse ergab Zusammensetzung der Anodenlegirung:

Fig. 245.

Ag	6,30 Proc.
Pb	1,96
Cu	8,58
Bi, As, Sb	Spur
Ni und Co	0,98
Al	0,56
Fe	0,24
Cd	0,10
Zn (Rest)	81,28

Man lässt die Anode so lange in dem Bade hängen, bis sie gänzlich zu zerfallen d Rückfälle werden dann von anhaftenden Schlämmen befreit und beim Giessen von neue wieder mit eingeschmolzen. Die Kathoden sind entsprechend der elektrolytischen raffinerie dünne Häute von Elektrolytzink, welche besonders zu diesem Zwecke auf sog. blechen niedergeschlagen werden. Es ist aus gewalztem Zinkblech geschnitten, an man oben zwei Streifen zur Aufhängung an eine Kathodenleiste stehen lässt. Dies hölzerne Leiste von 25 mm quadratischem Querschnitt, die an ihrer Unterseite einen blechstreifen trägt, welcher an einer Seite bis zum Ende, an der anderen Seite nicht reicht. Die Leiste wird so aufgehängt, dass auf der negativen Leitungsschiene Kupfer, positiven Holz aufliegt. Um das Herumwachsen des Niederschlages um die Kanten der bleche zu verhindern und ein leichtes Abziehen der Kathoden zu ermöglichen, werden einem Rahmen aus geschlitzten Holzleisten umsteckt. Ein Einfetten der Mutterbleche, bei der Kupferraffination geschieht, ist nicht erforderlich, da ein dichter Niederschlag gewöhnlichen Walzzink nicht fest haftet, sich bei Erreichung einer gewissen Stärke s selbst ablöst. Die Streifen zum Anhängen werden aus Zinkblech geschnitten, geboge

ene Schlitze oder Zinkhäute eingehakt. In jeder Zelle finden 6 Anoden und 5 Kathoden iden von etwa 5 cm Platz, die Mutterbleche werden beliebig an Stelle der letzteren in lerlichen Anzahl eingehängt. Der Elektrolyt besteht aus einer Lösung von Zink- Versuche zeigten jedoch, dass Schwammbildung bei den verschiedenen angewandten zelektrolyten (vgl. S. 274) ebensowohl wie bei einfacher Zinkvitriollauge auftrat, sobald reinigungen in den Laugen zunahmen. Von dem Gesichtspunkte der Verbesserung ihigkeit sind solche Zusätze aber berechtigt und wirken so indirect auf einen günstigen es Processes. Die angewandte Stromdichte beträgt 80 bis 90 Amp. auf 1 qm Kathoden- ese aufrecht zu erhalten, ist bei gewöhnlicher Temperatur eine elektromotorische Kraft bis 1,45 Volt in jeder Zelle erforderlich. Es wurde aber auch schon bei Stromdichten ıschnittlich 30 Amp. auf 1 qm ein durchaus einwandfreies Zink erhalten. Damit ist fach aufgestellte Behauptung widerlegt, dass Schwammbildung nur bei Stromdichten 100 Amp. auf 1 qm vermieden werden könne. Bei der im Vergleiche zur deutschen ffination hohen Stromdichte und der dadurch bedingten schnellen Arbeit ist der erforder- allstock in den Bädern nicht gross. Die Anoden hängen 4 bis 6 Tage, die Kathoden age in den Bädern. Die Entfernung der Schlämme aus den Bädern erfolgt alle 8 bis Die Anodenschlämme enthalten alle neben dem Zink in der Legirung enthalten ge- Bestandtheile in entsprechend angereichertem Maasse. Auch etwas Zink, bez. Zink- lches von den zerfallenden Platten abgebröckelt ist, ist noch darin vorhanden. Zur ng desselben werden die Schlämme zunächst mit verdünnter Schwefelsäure behandelt. gehen alle in dieser löslichen Bestandtheile in Lösung, so dass schliesslich neben 30 bis Silber nur Blei und Kupfer zurückbleiben (J. 1897, 370).

e elektrische Silberraffinirung nach Möbius[1]) bewährt sich. Die nd Silberscheideanstalt in Frankfurt verwendet getheerte Holzbottiche von etwa ichter Weite und etwa 3,75 m Länge. Jeder dieser Bottiche ist durch Quer- in 7 Abtheilungen getheilt, jede Abtheilung enthält 3 Anodenreihen und den. Die Anoden hängen in Leinwandsäcken, die Kathoden frei in den Bädern. n auf den Badrändern hin und her fahrbaren Rahmen sind hölzerne Abstreicher ngt, welche die auf den Kathoden anwachsenden Silberkrystalle abbrechen, um des Betriebes Kurzschlüsse zu verhüten und die Lösung in Bewegung zu er- Unter den Elektroden, fast den ganzen Bodenraum des Zersetzungsabtheiles nd, steht ein mit Leinwandboden versehener Kasten, in welchen sich die Haupt- er durch die Abstreicher zu Boden nen Silberkrystalle sammelt. Die n *a* (Fig. 246 bis 248) bestehen ksilber-Platten in einer Dicke von

Fig. 247.

Fig. 246.

1) J. 1888, 347; 1891, 252; 1892, 234; 1895, 303 u. 330; 1896, 304; Borchers: Elektro- gie S. 224.

etwa 6 bis 10 mm. Unter Vermittlung von Doppelhaken h werden diese F
einen Metallrahmen R eingehängt. Derselbe dient als Halter für die Anoden
mittelt die Stromzuleitung zu denselben. Zu diesem Zwecke steht er an der e
mit der Leitung P direct in B
Gegen die negative Leitung N ist
eine Isolirschicht I geschützt. —
nach Auflösung des Silbers als
Pulver zurückbleibende Gold von
den Kathoden abfallenden Silber
zu halten, sind die Anoden mi
Beuteln B aus Filtertuch umgeben.
sind auf ein Holzgestell G auf
welches seinerseits wieder an den
R aufgehängt ist. Die Kathod
stehen aus dünn gewalzten Silbe
welche mit einem wagrecht h
Kupferstabe verlöthet sind. Au
über die Seitenkanten der Silberbl
springende Enden dieser Stäbe sind
hänge- und Verbindungsklemmen v
so dass je eine derselben isolirt

Fig. 248.

Kupferstab aufgesetzt ist. Diese Anordnung gestattet es, auch die Leitun
welcher die Kathoden nicht leitend verbunden sein dürfen, zum Festklam
letzteren mit zu benutzen. Die Leitungen P (+) und N (—) bestehen a
tigen Kupfer-, Messing- oder Bronzestäben. — Die Einzelabtheilungen des mei
kammerigen Troges sind hintereinander geschaltet. Die Abstreichv
tungen bestehen aus Holzstäben s, von denen für jedes Kathodenblech zw
vorgesehen sind. Sie greifen nach Art einer Zeugklammer von oben über die K
Als Halter und Bewegungsvorrichtung dient ein rostähnlich geformter Ra
welcher auf dem Geleise n fährt, das auf Querleisten des auf die oberen B
aufgelegten Rahmens O befestigt ist. Den Antrieb erhalten diese Rahmen
an den kurzen Seitenstäben desselben durch Excenter hin und her geschoben
schiene. Als Sammelkasten für den Silberschlamm dient ein fla
jedes Trogabtheil mit einigem Spielraum eingepasster Holzkasten C. Vo
Seitenwandungen aus führen einige Leisten nach oben, so dass er mit Hilfe
an dem Elektrodenrahmen befestigt und mit diesem aus dem Bade gezogen
kann. Den Boden bildet ein aus Leisten zusammengefügter Rost. Vor I
setzung überzieht man diesen Boden mit grobem Filtertuche (Sack- oder Pac
welches die Silberkrystalle beim Herausheben des Kastens in diesem
halten soll.

Die Bäder werden mit einer schwachen Lösung von angesäuertem Silbernitrat al
lyten gefüllt, oder man beginnt die Arbeit mit einer stark verdünnten Salpetersäure.
naue Innehaltung einer bestimmten Stromdichte ist nicht so wichtig wie bei andere
lytischen Processen. Besonders anfangs, so lange die Lösungen noch verhältnissmäss
arm sind, kann man mit sehr hohen Stromdichten arbeiten; man geht bis über 300
1 qm. Während des Betriebes reichert sich im Elektrolyten allmählich das Kupfer de
materials (das Blicksilber hat einen Feingehalt von etwa 95 Proc.) an, so dass di
durchschnittlich einen höheren Kupfer- als Silbergehalt zeigt. Ersterer beträgt etw
letzterer 0,5 Proc. neben 0,1 bis 1 Proc. freier Salpetersäure. Mit steigendem Kupfer
der Salpetersäurezusatz zu vermehren und die Stromdichte bis auf etwa 200 Amp.
herabzumindern. Der Verbrauch an elektromotorischer Kraft beläuft sich auf 1,4 bi
für jede Zelle. In jeder der Abtheilungen würden sich bei einer Stromstärke von 15

thodenfläche 0,75 m) in 36 Stunden 21,6 k Silber von der Anode auf die Kathode lassen. Hängt man nun 3 Reihen zu 5 Platten in die Bäder, so wird man, die lösliche nge zu etwa 1,5 k in jeder Platte angenommen, fast das ganze in den Betrieb eine Silber während dieser Zeit auf die Kathoden übergeführt haben. Die Goldgewinnung vollständig und die Arbeit geht ganz ohne Gasentwickelung vor sich. Trotz hoher hte ist die Erwärmung der Laugen, wegen der vorzüglichen Leitungsfähigkeit der en und des Elektrolyten, wegen der guten Bewegung der Lösung durch die Abstreicher nge. Alle 24 Stunden pflegt man die in die Bäder eingehängten Apparattheile an ihren zu heben und mit ihnen auch die Sammelkästen für den Silberschlamm. Letztere nachdem über den Bädern die Lauge abgetropft ist, von dem Elektrodenrahmen abgem in die Waschvorrichtung für den Silberschlamm entleert zu werden. Das Entleeren en geschieht durch Ausstossen einiger Holzdübel, welche den mit Filtertuch bedeckten den in dem Sammelkasten festhalten. Das abgespülte Silber wird hydraulisch gepresst, et und wie üblich eingeschmolzen. Je nach dem Goldgehalte des verarbeiteten erden wöchentlich ein- oder zweimal auch die Anodenkästen entleert.

t dem J. 1886 ist das Verfahren auf dem Pennsylvania-Bleiwerke im Betriebe. Das s 2 Proc. Blei u. dgl. enthaltende Silber wird als 1,3 cm dicke Anodenplatten in die hängt. Der Boden ist mit Kautschukplatten belegt. Jedes Bad ist 3,35 m lang, 60 cm 50 cm tief; jede einzelne Zelle 60 cm lang und 45 cm breit. Als Elektrolyt dient ung von Silber- und Kupfernitrat in verdünnter Salpetersäure. Der geringe Säuregehalt is 1 Proc. genügt, um der Ausscheidung von Kupfer vorzubeugen; an Säure wird trotz- jede Zelle alle 24 Stunden 1 Pint (= 0,57 *l*) verbraucht. — In jedes Bad werden den aus dünnem Silberblech so gehängt, dass sie mit 3 Anoden abwechseln. Der raum zwischen Kathode und Anode beträgt etwa 43 mm. Die Stäbe, an denen Kathoden den hängen, ruhen auf den Hauptleitungsstäben, welche längs der Tankseiten angebracht f derjenigen Seite des Bades, wo der Strom in die Anoden eintritt, sind die Enden der drähte durch Kautschuk isolirt, während auf der andern Seite das Umgekehrte statt- Der elektrische Strom hat 180 Amp.; er tritt in jedes Bad durch 3 Anoden, es beträgt tig dreigetheilte Intensität also 60 Amp., und, da er zu jeder Breitseite von jeder stritt, um durch die Lösung zur Kathode zu gelangen, auf diesem Wege noch 30 Amp. n oder Bäder sind in Reihen derart geordnet, dass der ganze Strom durch jedes Bad ede Anode hängt in einem Musselinsack, der das ungelöst bleibende Metall sammeln in Form eines schwarzen Schlammes abfällt; es ist dies das gesammte Gold und Wis- wie der grössere Theil des Bleies als Hyperoxyd, zusammen mit etwas Silber und Kupfer. b dieses Systems von Anoden, Kathoden und Säcken ist auf einen kastenförmigen ein Stück Tuch gespannt, um das ausgeschiedene Silber zu sammeln, welches von den durch hölzerne Kratzer abgeschabt wird. Die Stromdichte beträgt etwa 200 Amp. auf hodenfläche. Das ausgeschiedene Silber wird mit heissem Wasser ausgewaschen, um der kupferhaltigen Lösung zu vertreiben, und dann in einer grossen Graphitretorte zen, welche 560 k zu fassen vermag. Der Goldschlamm wird geschmolzen, granulirt mit Säure geschieden und ergibt Gold von 996 bis 998 Feinheit.

bius (J. 1895) hat ferner vorgeschlagen, die Kathode als Silberband über Rollen .

malgamation. Die Gewinnung des Silbers durch Quecksilber oder der mationsprocess wird bei sehr silberarmen Erzen (auch bei silberhaltigem Kupfer- i Speise u. dgl.) angewendet.

dem früher in Europa gebräuchlichen Verfahren [1]) setzte man zu den zu amalgamirenden Proc. Kochsalz und röstete das Gemenge, um Antimon und Arsen zu verflüchtigen. ie gegenseitige Einwirkung des Kochsalzes und gerösteten Schwefelkieses entstand aures Natrium, Eisenchlorid und Schwefligsäure; ferner Kupfersulfat, Ferrisulfat, en noch unveränderten Theil des Schwefelsilbers zu Silbersulfat oxydirten, während sie Oxydulsalzen reducirt wurden. Durch die Einwirkung des noch unveränderten Kochdete sich Chlorsilber und schwefelsaures Natrium. Auch die übrigen Metalle wurden etalle verwandelt. Die braune Masse wurde nach dem Rösten gemahlen und auf die irfässer gebracht, in denen sie mit Wasser, Eisenstückchen und Quecksilber gemengt Stunden lang herumgedreht wurden. Durch das Eisen wurden die Metalle regulinisch eden, so dass sie sich mit dem Quecksilber zu Amalgam verbanden. Das Amalgam

---

In Freiberg trat 1858 die nasse Silbergewinnung durch Auslaugen nach Augustin Kochsalzlaugerei) an die Stelle der bis dahin üblichen Amalgamation.

sammelte sich im unteren Theile der Fässer an und wurde durch einen zwillichnen Sack in Tröge abgelassen. Zur Trennung des überschüssigen Quecksilbers vom Silberamalga der Sack darauf zugeschnürt und zwischen Brettern ausgepresst. Das in dem Sacke bleibende feste Amalgam, welches etwa 11 Proc. Silber und 3 bis 4 Proc. Kupfer enthiel zum Ausglühen auf eiserne Teller eines Quecksilberdestillirapparates gebracht. Das kupf Silber, Tellersilber (Anquicksilber, Amalgamirmetall) blieb zurück.

Die amerikanische Amalgamation ist in Mexiko, Peru, Chile und mehrer staaten der Union üblich. Das gepochte Erz wird in die Erzmühlen (Arrastras) und unter Zusatz von Wasser gemahlen. Der dünnflüssige Schlamm gelangt nun auf e Steinplatten ausgelegten Hofraum (Patio), der etwas abschüssig ist, damit das Reg abfliessen kann. Der Erzschlamm, welchem man 2 bis 5 Proc. Kochsalz zusetzt, wi Maulthiere oder Pferde tüchtig durchtreten. Nach einigen Tagen setzt man Magistr gerösteten Kupferkies, also wesentlich Kupfersulfat hinzu, lässt auch diesen einkneten sodann nach und nach Quecksilber hinzu, ungefähr das Sechsfache von dem in dem Er lichen Silber. Das Durchtreten wird einen Tag um den andern 2 bis 5 Monate lang wi bis die Entsilberung beendigt zu sein scheint, darauf wird der Quickbrei in ausge Cisternen verwaschen, um das Amalgam zu scheiden, welches durch Pressen in Zwilli vom überschüssigen Quecksilber befreit und unter Luftverdünnung destillirt wird.

Bei der Tinaamalgamation in Bolivia wird das Erz chlorirend geröstet, da Tina mit der heissen, ziemlich concentrirten Salzlösung erwärmt. Hier werden das Sil und die im Röstgute enthaltenen Sulfate des Kupfers, Eisens und Zinks durch einen T Chlornatriums in Chloride verwandelt bei Bildung von Natriumsulfat. Die heisse Lö unzersetzten Theiles des Chlornatriums im Vereine mit den übrigen Metallchloriden wir auf das Chlorsilber ein, so dass im Liter der Tinaflüssigkeit etwa 0,15 bis 0,3 g Chlor löst sind:

$$2(AgCl + NaCl) + (Cu_2Cl_2 . NaCl) = 2 Ag + 2(CuCl_2 . NaCl) + NaCl.$$

Das Chlornatrium wirkt nun wieder lösend auf neue Mengen Chlorsilber, währen bildete Kupferchlorid durch weitere Aufnahme von Kupfer in Chlorür übergeführt v obiger Vorgang sich erneuert, bis alles Chlorsilber nach und nach zu metallischem Silber ist, welches von dem vorhandenen Quecksilber als Amalgam aufgenommen wird. — Der silber selbst mag nur eine „prädisponirende“ Wirkung zugeschrieben werden, d. h. es wi seine grosse Anziehungskraft zu metallischem Silber beschleunigend auf den Reductio durch Kupferchlorür, ohne selbst an einer chemischen Umsetzung, wie im Patioprocesse, nehmen. Beweis hierfür ist der geringe Quecksilberverlust, sowie auch das Fehlen se bindungen in der Tinaflüssigkeit und in den sogen. Relanes (J. 1891). — Nach Blanca finden folgende Reactionen statt:

$$\begin{aligned}
2 NaCl &+ Ag_2SO_4 = 2 AgCl + Na_2SO_4\\
2 NaCl &+ CuSO_4 = CuCl_2 + Na_2SO_4\\
2 Ag &+ 2 CuCl_2 = 2 AgCl + Cu_2Cl_2\\
Ag_2S &+ CuCl_2 = 2 AgCl + CuS\\
Ag_2S &+ Cu_2Cl_2 = 2 AgCl + Cu_2S\\
2 AgCl_2 &+ 2 Hg = HgCl_2 + Ag_2Hg_2\\
2 CuCl_3 &+ 2 Hg = Cu_2Cl_2 + Hg_2Cl_2\\
HgCl_2 &+ Cu = Hg + CuCl_2\\
2 HgCl_2 &+ 2 Cu = Cu_2Cl_2 + Hg_2Cl_2
\end{aligned}$$

Bei der in Amerika allgemein üblichen Silbergewinnung durch Amalgamation ge Rammelsberg Kupferchlorid und Silber, Kupferchlorür und Chlorsilber: $2 CuCl_2$ $= 2 AgCl + Cu_2Cl_2$. Schwefelsilber wird von Kupferchlorid bei Siedehitze vollständig $Ag_2S + CuCl_2 = 2 AgCl + CuS$. Chlornatrium wirkt lösend auf Chlorsilber und besc den Zersetzungsprocess. Kupferchlorür und Schwefelsilber geben Chlorsilber und I sulfuret: $Ag_2S + Cu_2Cl_2 = 2 AgCl + Cu_2S$. Löst man den Kupferchlorür zuvor in Chlo auf, so geht die Umwandlung schneller vor sich, aber es bleibt eine Menge Chlorsilbe Flüssigkeit. Fügt man dem abgeschiedenen Gemenge Zink hinzu und erhitzt die Kochsal so bleibt ein Gemenge von 2 At. Silber und von 1 Mol. Cu_2S zurück. Kupferchlorid und S arsen geben rasch Schwefelkupfer und Arsenchlorür: $As_2S_3 + 3 CuCl_2 = 3 CuS + 2 As$ gegen enthält der bei der Einwirkung von Kupferchlorid auf Schwefelantimon, Sb_2S_3, g grüngraue Absatz neben Schwefel und Kupfer viel Antimon, sowie Chlor und Sauerstoff der Zersetzung des Antimonchlorides durch Wasser und Bildung von Oxychlorid. Dab aber ein grosser Theil Antimon in der Flüssigkeit, welche Schwefelsäure enthält. Da die das abgeschiedene Kupfer und Chlor in dem Verhältniss wie im Chlorür ergibt, so d annehmen, dass der Rest des Chlors oxydirend auf einen Theil Schwefel gewirkt habe. chlorür und Schwefelantimon verhalten sich ähnlich; nur scheint das Kupfer ganz oder

tallisch in der Abscheidung vorhanden zu sein, welche gleichfalls Antimonoxychlorid während sich aus dem kupferreichen Filtrat beim Stehen Antimonsäure absetzt. Beide thgültigerz werden durch Kupferchlorid zersetzt; in der abgeschiedenen Masse, welche enerze schwarz, beim Antimonerze grau aussieht, findet sich das Silber, der Schwefel Antimon, Arsen nur zur Hälfte. Das Silber ist bei lichtem Rothgülden nur zum Theil, elm ganz als Chlorsilber vorhanden; der Rest des Niederschlages besteht aus Schwefel- nd freiem Schwefel.

n den gebräuchlichen Arten der Amalgamation behandelt die eine das Erz mit Wasser, und Quecksilber bei Gegenwart von Eisen oder Kupfer, die andere benutzt Wasser, , Kupferchlorid und Quecksilber. Die erste Methode erscheint im Tinaprocess, rne Bottich mit eisernem Boden, im Cazo- oder Calderonprocess, welcher, unter on Kochsalz, Holz- oder Steingefässe mit kupfernem Boden, und im Washoeprocess, eiserne Kessel und Läufer anwendet. Die beiden letzten Verfahren nehmen Wärme zu Die zweite Methode findet ihren Ausdruck im erwähnten Patioprocesse, dessen unter- des Merkmal die Anwendung des Magistrals ist. Die Wahl der beiden Hauptverfahren die chemische Natur der Erze bedingt. Das erste verlangt, dass wenigstens die Haupt- s Silbers gediegen sei, wie dies in den Pacos in Peru, den Metas calidos in Chile, den s in Mexiko der Fall ist, welche oft auch Chlor- und Bromsilber enthalten. Das Silber ht, das Chlorsilber bei Gegenwart von Kupfer oder Eisen aber ebenfalls in Amalgam ver- Die in grösseren Teufen vorhandenen Schwefelverbindungen, Silberglanz, andere e, silberhaltige Fahlerze und Kiese sollen nur durch den Patioprocess zu Gute gemacht können. Obwohl nun Rammelsberg's Versuche lehren, das Schwefelsilber und Roth- unter günstigen Bedingungen von Kupferchlorid zersetzt werden, so ist es doch sehr zu ln, dass der Process im Grossen aus geschwefelten Silbererzen ein vollständiges Silber- en gestattet.

r Krönkeprocess, welcher im nördlichen Chile in neuerer Zeit eingeführt ist, be- einer Fässeramalgamation, bei welcher Kupferchlorür, Zink und Quecksilber die wirk- estandtheile sind. Hier ist die Luft fast ausgeschlossen und die Amalgambildung erfolgt enigen Stunden. Obige Versuche lassen es als zweifellos erscheinen, dass dadurch eine ige Zersetzung der geschwefelten Erze erzielt wird. (J. 1893, 326.)

Honduras werden besonders Patioprocess und Washoeprocess angewendet (J. 1893, 321). iko herrscht der Patioprocess[1]). Am besten eignet sich hierfür das Chlorsilber und n der Silberglanze und Rothgültigerze. Die Erze müssen auf das Feinste zermahlen Korngrösse ungefähr 0,007 mm), wobei ganz besondere Sorgfalt aufzuwenden ist, denn on dieser Operation sind die Betriebsresultate abhängig. Das Zermahlen geschieht n mittels Mühlen („arrastras“), bestehend aus einem kreisförmigen Troge bis 3,5 m sser mit einem aus Basaltsteinen zusammengesetzten Boden, auf welchem vier Steine je Gewicht, bewegt werden, die durch ihre Schwere das Erz zu der gewünschten Feinheit n; die Achse ist mit wagrechten hölzernen Stangen versehen, an welchen die rund- n Steine mittels Ketten befestigt sind. Die Achse wird von Pferden oder Maulthieren h durch mittels Wasserrad betriebene Räder gedreht. Die Mühlen verarbeiten etwa ze täglich. (J. 1893, 323.)

lbergewinnung durch Lösen und Fällen. Hierfür werden die Erze t für sich oder mit Kochsalz gemischt geröstet. Zum chlorirenden n hat sich namentlich der Röstofen von Stetefeld bewährt. Das mit 2,5 Proc. Chlornatrium gemischte Erz rutscht in dem 9 bis 14 m hohen Schachte *B* 9 S. 286) nach unten, den bei *O* aus den Feuerungen *G* eintretenden Heiz- tgegen, während bei *M* Luft eintritt. Thüren *P* und *R* dienen zur Beobach- d Regelung des Betriebes. Das Röstproduct lässt man durch Oeffnen einer *C* am Boden in Behälter *N* fallen und hier zur Vollendung der Chloration abkühlen. Die Gase entweichen durch den mit Schauöffnungen *S* und Hilfs- *E* versehenen Schacht *H*, um den Flugstaub in den Trichtern *F* abzusetzen. sen Oefen und hoher Durchsatzmenge sammeln sich 50 Proc. des Erzes in den bkammern an, wovon die erste Abtheilung der Flugstaubkammer 80 Proc.

---

[1]) Der Patioprocess, bei welchem die Erze nach dem Zerkleinern im Freien ausge- nd verarbeitet werden, wurde von Bartolomeo de Medina, einem Bergmann in erfunden, i. J. 1550 bekannt und in kurzer Zeit in ganz Mexico angewandt, ist also er 300 Jahre alt.

aufnimmt. Um eine Nachchlorirung des im Ofen nicht chlorirten Silbers zu e
werden die Flugstaubkammern nur zeitweise entleert, die letzte Abtheilung d
gewöhnlich nur einmal in der Woch
aus dieser abziehenden Röstgase treten
Esse, deren Höhe man nicht unte
nimmt.

Fig. 249.

In dem Ofen beläuft sich die Durchse
in 24 Stunden bei schwefelarmen Erzen a
bei schwefelreichen (Pyrit und Blende l
Erzen nur auf 30 t. Der Silberverlust sol
Röstung sehr schnell vor sich geht, gerin
als in Flammöfen. Dagegen betrug nach Go
(J. 1896) beim chlorirenden Rösten der
verlust im Flammofen 0,7 bis 8 Proc. Sil
Stetefeld'schen Ofen 7 bis 11,6 Proc., in de
29 bis 70 Proc. Silber. — Letztere Zahlen b
wohl der Bestätigung. Die Korngrösse
röstenden Erzes hängt von der Behandlung d
nach der chlorirenden Röstung ab. Soll
der Amalgamation unterworfen werden, s
das Korn feiner sein, als wenn es einem
verfahren (mit Natriumhy
unterworfen wird, da s
Quecksilber aus grobk
Erzen nicht vollständig aus
lässt. (Vgl. J. 1897, 289.)

Augustin's Verf
gründet sich auf die l
eines leicht löslichen I
chlorürs, wenn Chlorsil
einer überschüssigen
trirten Lösung von K
in der Wärme zus
gebracht wird, und
Fähigkeit des Kupfers,
concentrirten Lösung die
bindung das Silber vollständig abzuscheiden. Die durch Pochen und Mahlen in
pulver verwandelten, wesentlich aus Schwefelkupfer, Schwefelsilber und Schwe
bestehenden Kupfersteine werden zuerst ohne Kochsalz geröstet; dadurch bild
zuerst Eisensulfat, dann Kupfersulfat und zuletzt bei höherer Temperatur Silbe
wobei schon alles Eisensulfat und ein grosser Theil des Kupfersulfats bereits
ist, so dass das Röstgut nach Beendigung des Vorröstens aus Eisenoxyd, Kupf
kleinen Mengen von Kupfersulfat besteht. Darauf wird durch fortgesetztes
mit Kochsalz das Silbersulfat in Chlorsilber übergeführt. Das Röstgut wird mit
concentrirter Kochsalzlösung ausgezogen, wobei das Chlorsilber gelöst wird. A
Flüssigkeit scheidet man durch metallisches Kupfer das Silber und aus der sich
den kupferchlorürhaltigen Lauge das Kupfer durch Eisen ab. (Silber aus
abbränden s. Schwefelsäure.)

Ziervogel's Verfahren. Bei der Ziervogel'schen sog. Wasserl
wird beim Rösten kein Kochsalz zugegeben. Das Röstgut, wesentlich aus Silbe
wenig Kupfersulfat, viel Kupferoxyd und Eisenoxyd bestehend, wird mit l
Wasser ausgezogen, welches das Silber- und das Kupfersulfat auflöst. Aus
Lösung wird das Silber durch metallisches Kupfer niedergeschlagen und als
product Kupfersulfat erhalten.

Iansfeld'schen wendet man dieses Verfahren zur Entsilberung der Kupfersteine an; ·t, weil das Auslaugen schneller von statten geht, weniger Röstkosten und Arbeitslohn, rfahren von Augustin, dagegen ist die Röstung schwieriger auszuführen, es werden teine erfordert und in der Regel bleiben reichere Rückstände. Bei Gegenwart von Arsen on ist Ziervogel's Verfahren nicht anwendbar, weil sich beim Rösten Silberarseniat ammoniat bilden, die in Wasser unlöslich sind. Ein Bleigehalt verursacht dagegen erungen, wodurch die Röstung erschwert wird.

in Amerika mehrfach angewandte Schwefelsäureprocess oder Dewey-Walter- steht im Kochen der Sulfide mit concentrirter Schwefelsäure, wodurch die Sulfide in ergeführt werden sollen. Das Silbersulfat ist in starker Schwefelsäure löslich, während rfreie Kupfersulfat unlöslich ist. In Folge des grossen Kupferhaltes der Sulfide (etwa Kupfer und 33 Proc. Silber) bildet sich beim Digeriren der Sulfide eine reichliche unlöslichen Sulfats. Nach dem Kochen gelangt die Masse in den Lösebottich, wo- mit reinem Wasser, Waschwasser und schwachen Lösungen aus eigenem Betriebe be- rd. Hierdurch wird das Kupfersulfat und Silbersulfat in Lösung gebracht, welche den Fällbottichen geleitet wird. Die Ausfällung des Silbers geschieht mit metalli- pfer. Ist die Lösung nach der Fällung des Silbers hinreichend an Kupfer reich, so die Krystallisirkasten abgelassen, woselbst das Kupfer als Kupfervitriol abgeschieden s gefällte Silber wird von Zeit zu Zeit aus den Fällkasten ausgehoben, filtrirt, ge- gepresst und geschmolzen. Die Mutterlaugen werden durch Abdampfen concentrirt lings der Krystallisation unterworfen, und die dabei schliesslich gewonnene Säure wird m Auflösen der Sulfide verwendet. Der Rückstand im Lösekasten wird ausgehoben, vaschen und, da er reich an Silber ist, nochmals mit Schwefelsäure ausgekocht. 291 u. 298.)

erdings werden die Gold- und Silbererze in Californien und Nevada mit mhyposulfit[1]) ausgezogen, nachdem sie mit etwa 3 Proc. Chlornatrium ind:

$$2AgCl + 2Na_2S_2O_3 = 2NaCl + 2NaAgS_2O_3.$$

ng versetzt man mit Calciumsulfidlösung:

$$2NaAgS_2O_3 + 2NaCl + CaS = Ag_2S + 2Na_2S_2O_3 + CaCl_2.$$

lem gefällten Schwefelsilber abgezogene Lauge wird wieder verwendet. Es zu achten, dass kein überschüssiges Schwefelcalcium vorhanden ist, da dieses Niederschlagen des bereits gelösten Silbers als Schwefelsilber in den Lauge- veranlassen würde; dieses Schwefelsilber würde durch das Hyposulfit nicht löst werden und somit verloren gehen. Enthält das Erz Gold, so ist es vor- r, Calciumhyposulfit anzuwenden. Zur Herstellung desselben kocht mit Schwefel:

$$3CaO + 12S = 2CaS_5 + CaS_2O_3,$$

tzen und leitet Schwefligsäure so lange in die klare Lauge, bis das Sulfid in t übergeführt ist, eine verdünnte Silberchloridlösung daher nicht mehr gefällt

ich Russel werden Erze, welche das Silber an Arsen und Antimon gebunden und aus welchen die edlen Metalle durch Auslaugen mit Natriumthiosulfat onnen werden können, entweder nach der Behandlung mit Thiosulfat oder einer Lösung behandelt, welche durch Mischen von Thiosulfat mit einer ung hergestellt wird. Am besten eignet sich Kupfersulfat. Es bildet sich Gleichung:

$$Na_2S_2O_3 + 2CuSO_4 = 2CuS_2O_3 . Na_2S_2O_3 + 2Na_2SO_4 + Na_2S_2O_3$$

umkupferthiosulfat, in welchem das Kupfer leicht durch Silber ersetzt nn.

Natriumthiosulfatlösungen, welche man zur Laugerei in grossem Maassstabe enthalten höchstens 2 Proc. Natriumthiosulfat; bei Erzen mit geringem Silbergehalte ogar bis auf 0,7 Proc. herunter. Die Laugen sind am wirksamsten bei Temperaturen

gl. J. 1885, 144; 1886, 198; 1887, 438; 1891, 255; besonders 1893, 326; ferner

von 35° bis 50°. Da die Laugen sich allmählich zersetzen, so müssen sie durch zeitw[...] satz von frischem Natriumthiosulfat in ihrer ursprünglichen Wirksamkeit erhalten wer[...] der Natriumkupferthiosulfatlösung ist das Verhältniss von $CuSO_4 + 5 H_2O$ zu $Na_2S_2O_3$ [...] wie 1 : 3 bis 1 : 4. Man stellt die Lösung des Salzes entweder in besonderen Gefässen [...] den Laugegefässen selbst in dem Raume über der Erzschicht her. Bei rohen Erzen [...] solchen, welche saure Laugen liefern, enthält die Lösung 0,6 bis 1,2 Proc. Kupfers[...] Erzen, welche kalkhaltig (alkalisch) sind, 0,1 bis 0,33 Proc. Auf 1 k in der Lauge en[...] festen Natriumkupferthiosulfats rechnet man 115 bis 124 g Silber für 1 t Erz. — Die Sc[...] natriumlauge stellt man durch Auflösen von Schwefel in conc. Natronlauge in gus[...] Gefässen bei einer Temperatur von 100° her. Die Menge des Schwefels, welcher i[...] Portionen in die Lauge eingetragen werden muss, soll $^2/_3$ des Gewichtes des Natrons [...] Die Schwefelcalciumlauge stellt man durch Kochen von Schwefel und Kalkmil[...] fässen aus Gusseisen he[...] Schwefel, $1^1/_3$ Th. rei[...] und 10 Th. Wasser). D[...] der Lauge soll mindest[...] sein. Die Lauge ent[...] Schwefelcalcium als Ca[...] Laugegefässe werden [...] lich aus Holz hergeste[...] Laugegefässe (Fig. 250 u[...] sitzen einen aus zwei I[...] stehenden Filterboden. I[...] Lage besteht aus Matte[...] die obere aus Segeltu[...] Filterboden ruht auf ei[...] Rohrstäbe, welche auf d[...] lichen Boden des Fasse[...] schraubt sind. Zum Zw[...] gleichmässigen Vertheil[...] durch das Filter hindurc[...] den Flüssigkeit auf den I[...] Fasses sind in den R[...] Durchbrechungen angebr[...] che einen Durchgang de[...] keit gestatten. Die Ei[...] der verschiedenen Lau[...] keiten in die Fässer [...] durch darüber angebrac[...] gerinne, das Auslassen d[...] Oeffnung in der Mitte de[...] durch welche ein mit Asp[...] überzogenes Rohr aus [...] eisen durchgesteckt ist. [...] Rohr sind in verschieden[...] zwei Kautschukschläuc[...] schlossen. Der obere S[...] führt die Flüssigkeit u[...] in das vor den Fässern be[...] der Länge nach in dre[...] lungen getheilte Ablas[...] Der untere Schlauch t [...] ein Körting'sches Stra[...] welches die Flüssigkeit [...] das vor den Fässern [...] dreitheilige Ablassgerinn[...] in das über den Fässern [...] Gerinne (Einführungsger[...] ren kann. Im ersteren F[...]

Fig. 250.

Fig. 251.

der Schlauch v, eine Fortsetzung des Schlauches t, geöffnet und der Schlauch u [...] im letzteren Falle müssen v und u verstopft werden, während das Ventil s im se[...] Theile des Rohres zu öffnen ist. Das Verschliessen der Schläuche geschieht du[...]

Von den drei Abtheilungen des Ablassgerinnes führt die eine das erste Wasch- die Fällgefässe, die andere führt die silberhaltigen Laugen in die Fällgefässe und dient zum Wegleiten des metallfreien Waschwassers. Die ausgelaugten Erze werden mit Hilfe von Schaufeln aus den Laugegefässen entfernt, oder sie werden heraus- mt. Im ersteren Falle werden sie in die Lutte *a* geschaufelt, unter welcher sich Wagen Aufnahme befinden; im letzteren Falle werden sie durch das Gerinne *b* entfernt. — Die ässe sind cylindrische Holzbottiche von 3 m Durchmesser und 2,7 m Tiefe. Die Ent- ler Flüssigkeit geschieht durch ein Rohr, dessen Ausflussöffnung sich durch Drehung eines Hebers beliebig senken lässt.

gerösteten Erze werden zuerst mit kaltem Wasser behandelt, um die darin lös- rbindungen der unedlen Metalle zu entfernen. Dann folgt die Laugung mit Thiosul- schliesslich wieder eine Laugung mit Wasser. Bei dem Russel-Verfahren folgt nach Laugung mit Wasser das Laugen mit Natriumthiosulfat zur Auslaugung des Chlor- ann das Laugen mit Natriumkupferthiosulfat zum Auslaugen des Silbers aus seinen , Arsen- und Antimonverbindungen, sowie aus Arseniaten und Antimoniaten des oweit die letzteren nicht schon durch Natriumthiosulfat in Lösung gebracht sind, und genem Silber und Gold, soweit diese Körper nicht vom Natriumthiosulfat gelöst worden m Laugen mit Natriumkupferthiosulfat folgt ein Nachlaugen mit Natriumthiosulfat ein Laugen mit Wasser. Ungeröstete Erze werden beim Russel-Verfahren ohne nit Natriumkupferthiosulfat, dann mit Natriumthiosulfat und schliesslich mit Wasser .

erste Laugung mit Wasser geschieht entweder von oben oder von unten. Das Laugen wird angewendet, wenn nur geringe Mengen in Wasser löslicher Silberverbindungen rzen enthalten sind, oder wenn die Lösung grösserer Mengen von Silber durch das icht unbequem ist. Man lässt in diesem Falle so lange Wasser in das Laugegefäss s es vollständig gefüllt ist, bis also auch der Raum über der Erzschicht im Wasser ach einiger Zeit lässt man die Flüssigkeit bis zur Oberfläche der Erzschicht ablaufen. t man nach vorgängigem Verschlusse der Ablassöffnung frisches Wasser bis zur voll- Füllung des Laugegefässes zutreten. Nach einiger Zeit lässt man die Flüssigkeit zur oberen Fläche der Erzschicht niedersinken und füllt dann wieder neues Wasser ieser Weise fährt man bis zur gänzlichen Entfernung der in Wasser löslichen Salze aus nicht fort. Das Laugen von unten wird angewendet, wenn Mangel an Wasser vor- t oder wenn nur wenig Silber aus den Erzen ausgelaugt werden soll.

Laugen mit Thiosulfaten geschieht stets von oben. Bei rohen Erzen wendet man triumkupferthiosulfat an und lässt dann eine Laugung mit Natriumthiosulfat nach- Bei gerösteten Erzen, welche keinen Aetzkalk enthalten, wendet man zuerst Natrium- dann Natriumkupferthiosulfat und schliesslich wieder Natriumthiosulfat an, um dann Auswaschen mit Wasser nachfolgen zu lassen. Enthalten die Erze Aetzkalk, so wendet st Natriumkupferthiosulfat an, welches Salz den schädlichen Einfluss des Kalkes auf rausbringen beseitigt. Es empfiehlt sich in diesem Falle, zuerst eine concentrirte on Kupfersulfat zu dem Erze zu setzen, um die Natriumkupferthiosulfatlauge auf ihrem halte zu erhalten.

dem ersten Waschwasser schlägt man die unedlen Metalle und das Silber entweder felmetalle oder als Metalle nieder. Die Sulfide von Natrium und Calcium wendet Fällungsmaterial an, wenn das Wasser in Folge eines Gehaltes an Natron oder Kalk ist. In diesem Falle ist es frei von Chloriden und Sulfaten der unedlen Metalle, so einen verhältnissmässig reinen Niederschlag von Silbersulfid erhält. Bei neutralem em Waschwasser ist die Anwendung von Sulfiden als Niederschlagsmittel wenig swerth, weil dann im Wasser beträchtliche Mengen von unedlen Metallen enthalten he gleichfalls mit dem Silber niedergeschlagen werden. Eisen empfiehlt sich besonders senheit von Kupfer im Waschwasser. Das fein zertheilte Cementkupfer befördert in lle die Ausfällung des Silbers.

Thiosulfatlösungen können ausser Silber und Gold noch Kupfer, Blei, Antimon, Calcium enthalten. Eisen, Zink und Mangan sind bereits durch die Laugung mit s den Erzen entfernt worden und daher in den Thiosulfatlaugen nicht mehr vorhanden. er der letzteren stammt theils aus dem Natriumkupferthiosulfat, theils aus dem in den Erzen enthaltenen Kupferchlorür, das Blei aus dem Bleisulfat der gerösteten Erze, und Arsen aus den Antimoniaten bez. Arseniaten der gerösteten Erze, Calcium aus umsulfat und Kalk der gerösteten Erze. Falls die Laugen keine Kalksalze enthalten, das in ihnen enthaltene Blei durch Natriumcarbonat als Bleicarbonat ausfällen. Die g geschieht in hölzernen Fässern unter Umrühren mit einem hölzernen Stock. Das chlagene Bleicarbonat wird in einer Filterpresse von der Flüssigkeit getrennt. Ein

Ueberschuss von Natriumcarbonat ist zu vermeiden, weil er nach dem Ausfällen der Ed
durch Schwefelnatrium neutralisirt werden muss.

Das Ausfällen der Edelmetalle durch Natrium- bez. Calciumsulfid geschieht g
unter Umrühren mit einem hölzernen Stock. Man lässt den Niederschlag 1 bis 4 Stun
absetzen und entfernt dann die Flüssigkeit durch das drehbare Rohr. Die Fällu
dürfen nicht im Ueberschusse angewendet werden, weil sonst bei der Wiederbenut
Flüssigkeiten zum Auslaugen der Edelmetalle die letzteren in den Lösegefässen niederge
werden und in den Erzen zurückbleiben. Man setzt deshalb, falls ein Uebersc
Fällungsmittels in den Laugen vorhanden ist, zu den letzteren neue Mengen silbe
Laugen. Sind in der Erzsäule Sulfide zurückgeblieben, sei es in Folge eines Uebe
von Natriumsulfid in den Laugen, sei es in Folge einer mangelhaften Trennung de
geschlagenen Sulfide von der Flüssigkeit, so werden sie durch Natriumkupferthiosu
in Lösung gebracht. Bei Anwendung von Natriumsulfid als Fällungsmittel wird, falls
in der Lauge vorhanden sind, Schwefelcalcium niedergeschlagen, jedoch erst nach vo
Ausfällung von Gold, Silber und Kupfer. Der Sulfidniederschlag wird zuerst in ein
presse von dem grössten Theile der anhängenden Flüssigkeit befreit und dann in
beschriebenen Trockenkammern getrocknet. Die Sulfide werden in Muffelöfen oder i
öfen oxydirend geröstet, um den Schwefel zu entfernen. Das Röstgut wird entweder in
tiegeln mit Borax und Eisen geschmolzen oder in Blei eingetränkt, welches das Sil
nimmt und abgetrieben wird. Beim Tiegelschmelzen erhält man unmittelbar Silber,
man beim Eintränken des Röstgutes erst Werkblei erhält, aus welchem das Silber d
Treibverfahren gewonnen wird.

Feinbrennen des Silbers. Das Silber, wie es durch Amalgamation, du
arbeit oder durch Niederschlagen aus seiner Lösung dargestellt ist, enthält noch ander
Enthält das Silber nur noch Blei, so ist das Feinbrennen ein fortgesetzter Treibprocess
dagegen das Blei nicht den überwiegenden Bestandtheil der Verunreinigungen aus, so
Silber erst durch Schmelzen ein Zusatz von Blei gegeben und darauf erst die Oxyda
genommen. Im Allgemeinen lassen sich unterscheiden 1) das Feinbrennen in Test
Schalen oder eisernen Ringen, welche mit Knochenasche ausgefüttert sind, vor dem
2) das Feinbrennen unter der Muffel; 3) das Feinbrennen im Flammofen; letzteres V
ist das vortheilhafteste und einfachste. — Man schmilzt auch das Blicksilber mit Silbe
Graphittiegel (J. 1888, 343).

Reines Silber (Feinsilber) hat eine rein weisse Farbe und starken Glanz,
durch Politur noch erhöht wird. Es ist weicher als Kupfer, aber härter als Gold. Es i
ordentlich dehnbar und geschmeidig und übertrifft in dieser Beziehung mit Ausnahme d
alle übrigen Metalle. Sehr geringe Beimischungen anderer Metalle vermindern die
keit und Geschmeidigkeit; ein Kupfergehalt ist dagegen nicht nachtheilig, ein Goldgeh
vortheilhaft, sehr nachtheilig ist dagegen ein Gehalt von Blei, Antimon und Selen.
Gewicht des Silbers ist ungefähr 10,5 und kann durch Hämmern bis auf 10,62 erhöh
Der Schmelzpunkt des Silbers liegt bei 962 bis 971° (J. 1898). Bei sehr hoher Te
verflüchtigt sich das Silber. Im geschmolzenen Zustande und bei Luftzutritt löst d
Sauerstoff, welches erst bei dem Erkalten des Silbers, oft mit Geräusch und unter Umhe
von flüssigem Silber, entweicht (Spratzen). Enthält das Silber eine geringe Menge
etwa 1 Proc. Kupfer, so erstarrt es ruhig mit concaver Oberfläche, indem es nach dem
ein geringeres Volumen einnimmt als im geschmolzenen Zustande. Das Silber wird von s
Säuren nicht angegriffen, von Salpetersäure aber schon in der Kälte, von concentrirter
säure beim Erhitzen gelöst.

Statistik. Die deutsche Silberproduction hat ihren Ursprung in dem
972 eröffneten Rammelsberg bei Goslar; von dort ist sie nach Freiberg (der Sage na
tragen worden. Der Harz mit Mansfeld und das Erzgebirge sind sowohl in früheren Z
auch jetzt noch die Hauptsilberproducenten Deutschlands.

Die Silberproduction Deutschlands betrug:

von 1493	bis	1520	11 072 k	das Jahr (Durchschnitt)
„ 1601	„	1620	10 400	„ „ „ „
„ 1621	„	1640	6 000	„ „ „ „
„ 1701	„	1720	15 335	„ „ „ „
„ 1801	„	1840	20 919	„ „ „ „
„ 1841	„	1850	36 000	„ „ „ „
„ 1851	„	1855	48 960	„ „ „ „
„ 1856	„	1860	61 510	„ „ „ „

von 1861 bis 1865 68 000 k das Jahr (Durchschnitt)
" 1866 " 1870 89 125 " " " "
" 1871 " 1875 143 080 " " " "
1878 167 659 " " " "
1882 213 982 " " " "

zusammen von 1493 bis 1882	9 120 064 k	=	1 610 374 000 Mark
1883	233 884 "	=	35 087 897 "
1884	248 116 "	=	37 055 861 "
1885	309 418 "	=	44 137 793 "
1886	319 598 "	=	42 708 000 "
1493 bis 1886	10 231 080 k	=	1 769 363 551 Mark.

h Soetbeer betrug die Gesammtausbeute der verschiedenen Länder an l Silber zwischen den Jahren 1493 und 1875:

in	Silber	Gold
Deutschland	7 904 910 k	—
Oesterreich	7 770 135 "	460 650 k
Verschiedenen europäischen Ländern .	7 382 000 "	—
Russisches Reich	2 428 940 "	1 033 655 "
Afrika	—	731 600 "
Mexico	76 205 400 "	265 040 "
Neu-Granada	—	1 214 500 "
Peru	31 222 000 "	163 550 "
Potosi (Bolivien)	37 717 600 "	294 000 "
Chile	2 609 000 "	263 000 "
Brasilien	—	1 037 050 "
Vereinigte Staaten	5 271 500 "	2 026 100 "
Australien	—	1 812 000 "
Sonstig	2 000 000 "	151 000 "
Zusammen	180 511 485 k	9 453 345 k

berproduction. Hüttenproduction (I) und Bergwerksproduction (II) [1]) in t (1000 k).

ionsländer	1890		1892		1894		1896		1897	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
ind . . .	402,9	182,1	489,3	212,1	444,2	193,0	428,4	183,3	448,0	171,0
annien . .	[2])400,0	9,1	[2])540,0	5,3	[2])600,0	7,9	[2])310,0	8,2	[2])375,0	7,2
ih . . .	71,1	71,1	103,2	92,7	97,0	26,1	70,5	16,4	80,4	16,4
h-Ungarn .	53,0	50,6	55,0	55,1	58,3	83,5	59,7	58,0	66,8	61,3
. . . .	[2]) 54,0	—	[2]) 57,0	—	67,0	—	59,4	—	75,7	—
. . . .	46,0	[2]) 51,5	55,7	46,3	85,0	63,6	64,6	179,8	131,0	179,8
. . . .	34,4	10,1	43,0	39,8	58,6	28,9	35,9	27,2	42,8	22,9
. . . .	14,5	15,0	9,5	14,5	8,6	8,6	10,5	10,5	8,9	8,9
. . . .	4,5	4,2	5,2	—	2,9	2,9	2,1	0,6	2,2	0,6
. . . .	5,0	5,5	4,8	4,5	4,9	4,7	4,7	5,0	[2]) 5,0	5,0
. . . .	[2]) 1,3	[2]) 1,3	[2]) 1,3	[2]) 6,3	1,5	1,5	[2]) 1,5	7,0	[2]) 1,5	7,0
and . . .	—	—	—	2,0	—	35,4	—	32,0	—	32,0
Europa	1086,7	400,5	1364,0	478,6	1428,0	456,1	1047,3	528,0	1237,3	512,1
.Nordamer.	1910,4	1695,5	2344,3	1975,5	2136,4	1539,9	2932,0	1830,3	3112,0	1675,6
. . . .	832,2	1211,6	840,5	1228,9	1061,7	1463,4	1189,0	1420,0	1355,0	1677,0
Südamerika	[2])450,0	523,3	[2])500,0	590,9	[2])500,0	1012,0	[2])500,0	804,4	[2])500,0	1084,2
. . . .	—	12,5	—	10,7	—	26,4	—	99,7	—	172,9
Amerika	3192,6	3442,9	3684,8	3806,0	3698,1	4041,7	4621,0	4154,4	4967,0	4609,7
ı . . .	54,5	258,2	75,0	418,1	210,0	562,3	253,0	471,6	213,5	496,3
. . . .	52,9	42,5	[2]) 35,7	[2]) 55,0	60,9	60,9	78,0	78,0	[2]) 78,0	78,0
production .	4386,7	4144,1	5159,5	4757,7	5397,0	5121,0	5999,3	5232,0	6495,8	5696,1

Nach den Angaben der „Metallgesellschaft“ und der amerikanischen Münzdirectors.
Geschätzt.

Silberlegirungen. Silber bildet mit Blei, Zink, Aluminium, W
Zinn, Kupfer, Gold u. a. Metallen Legirungen. Die wichtigste der Legirunge
mit Kupfer, weil das reine Silber als zu weich und daher meist mit Kupfer le
arbeitet wird. Diese Legirungen sind härter und klingender als reines Silber.

In Deutschland bezeichnete man früher den Gehalt dieser Legirungen an reine
durch Angabe der Lothe, welche in der Mark enthalten sind. Eine feine Mark =
Feinsilber. Eine rauhe oder beschickte Mark enthält Kupfer und Silber in verschiede
hältnissen: 12löthig hiess z. B. Silber, welches in der Mark auf 4 Loth Kupfer 12 Lo
enthält. Seit 1870 bezeichnet man das Feinsilber mit $^{1000}/_{1000}$ und deutet den Feing
Legirungen durch Tausendtheile an. Durch den Münzfuss eines Landes wird der F
(Korn) und das Gewicht (Schrot) bestimmt und angegeben, wie viel einer gewissen A
stücke aus einer feinen Mark geprägt werden sollen [1]).

Deutsche Silbermünzen. Nach dem Deutschen Reichsmünzgesetze vom 4. I
und 9. Juli 1873 ist der Feingehalt der Fünfmarkstücke, Zweimarkstücke, Einmarkst
der Fünfzig- und Zwanzig-Pfennigstücke 0,900.

Es enthalten		
	40 Fünfmarkstücke	1 k Feinsilber
	100 Zweimarkstücke	
	200 Einmarkstücke	
	400 Fünfzigpfennigstücke	
	1000 Zwanzigpfennigstücke	

oder es wiegen 180 Mark Silbermünzen 1 k.

Es enthält			
	1 Fünfmarkstück	25 g Silber und wiegt	27,77 g
	1 Einmarkstück	5 „ „ „ „	5,55 „
	1 Halbmarkstück	2,5 „ „ „ „	2,77 „

Vor der Einführung der Reichsmünzen wurden in Deutschland aus 1 Pfd. F
30 Thaler (= 90 Mark) geprägt, nach dem Reichsgesetze vom 4. Dec. 1871 aber 1
(= $33^1/_3$ Thaler). Während aus 1 k Silber für 200 Mark Münzen geprägt werden, k
Silber zur Zeit nur 80 bis 90 Mark. In Deutschland wurden von 1871 bis 1897 für 508
Mark Silbermünzen geprägt [2]).

In den Ländern des lateinischen Münzvereins (Frankreich, Italien, Belgien, (
land und die Schweiz), welchen sich nach der Revolution von 1868 Spanien und fe
Rumänien angeschlossen haben, prägt man aus 1 k Silber von 0,900 200 Franken (= $222^2/$
aus 1 k Feinsilber); die 1- und 2-Frankenstücke, ebenso auch die 50- und 20-Centin
werden seit 1865 nur zu 0,835 Silbergehalt ausgeprägt. (1 k Silber von 0,900 =
frankenstücken.) In England prägt man aus einem Troy-Pound (= 373,248 g) Silber
66 Schilling, aus einem Troy-Pound Feinsilber $71^{13}/_{37}$ Schilling.

Versilbern. Das Ueberziehen von Metallen mit Silber oder das Versilbern
schehen 1) durch Plattiren, 2) durch Feuer (Feuerversilberung), 3) auf kaltem, 4) auf na
5) auf galvanischem Wege. — Um Kupferblech mit einer Schicht von Silber zu ü
(Plattiren), bringt man auf die sorgfältig gereinigte Oberfläche des Kupfers eine A
von Silbernitrat, wodurch eine dünne Silberschicht entsteht. Auf diese Schicht bringt
Silberplatte, glüht beide und streckt sie dann unter Walzen; Kupferdraht lässt sich sc
silbern, indem man auf denselben Silberblech legt und ihn dann heiss durch cannellirt
gehen lässt.

Das Versilbern im Feuer geschieht mit Hilfe eines Silberamalgams oder
menges von 1 Th. gefälltem Silber, 4 Th. Salmiak, 4 Th. Kochsalz, $^1/_4$ Th. Quecksilb
welches man auf die sorgfältig gereinigte Oberfläche des Metalles aufreibt; aus dem U
von Silberamalgam wird das Quecksilber durch Ausglühen entfernt. Zum Versilbern de
empfiehlt man einen Teig von 48 Th. Kochsalz, 48 Th. Zinkvitriol, 1 Th. Quecksilberch
2 Th. Chlorsilber.

---

1) Alle Silbermünzen, welche bis etwa zum J. 1830 geprägt sind, enthalten m
weniger Gold. Es lohnte sich aber nicht, so lange nur die trockene Scheidung
war, Silber mit unter 3 g Gold in 1 k Silber zu scheiden. Seit der Einführung der na
sonders der elektrischen, Scheidung scheidet man sogar noch 0,4 g Gold in 1
mit Nutzen. Man lässt aber das Gold in denjenigen Münzen sitzen, deren Goldg
gering ist.

2) Das Justiren der Münzplättchen geschieht jetzt vielfach durch Elektricität, vgl
130; 1884, 1327; auch E. Schlösser: Die Münztechnik (Hannover 1884).

Versilberung auf kaltem Wege wird die gereinigte Oberfläche des zu versil-
Ietalles mit einem mit Wasser angefeuchteten Gemenge von gleichen Theilen Chlorsilber, , 2/3 Kreide und 2 Th. Potasche mittels eines Korkes angerieben, bis die gewünschte ›e zum Vorschein gekommen ist. Nach W. Stein soll man 1 Th. salpetersaures Silber Cyankalium zusammenreiben und so viel Wasser hinzusetzen, dass ein dicker Brei welchen man mit einem wollenen Lappen rasch und gleichförmig aufreibt. Bei der m Wege bewirkten Versilberung oder dem Silbersud wird das zu versilbernde Metall edend heisse Lösung von gleichen Theilen Weinstein und Kochsalz mit 1/4 Chlorsilber bis die Versilberung hinreichend eingetreten ist.

ı galvanischen Versilbern trägt man gut ausgewaschenes, frisch gefälltes Chlor- Cyankaliumlösung (100 g Cyankalium auf 1 *l* Wasser) ein, so viel sich darin aufzu- mag, und setzt zu dieser Lösung eine gleiche Menge Cyankaliumlösung. Die galva- rsilberung ist auf Kupfer, Glockengut, Messing, Tombak, Roh- und Stabeisen direct ı Erfolge ausführbar; Zinn, Zink und polirter Stahl müssen dagegen vorher galvanisch t werden, wenn die Versilberung dauerhaft sein soll. Beliebt sind die aus Neusilber anniametall) hergestellten und galvanisch versilberten Gegenstände, welche unter dem lfenide (Chinasilber) in dem Handel vorkommen. Auf 1 qm Metallfläche hat man von ı 22,0, ja selbst 240 g Silber niedergeschlagen, so dass die Dicke der Silberschicht 400, 1/450, 1/42 mm betrug. Man gibt den galvanisch versilberten Metallwaaren zuweilen wachen Ueberzug von Palladium zur Verhütung des Schwarzwerdens durch Schwefel- ff.

mitunter gebräuchliche Schwarzfärben von silbernen Gegenständen, das sogen. oder Galvanisiren des Silbers, wird entweder durch Schwefel oder durch Chlor ersterer gibt einen blauschwarzen, letzterer einen braunen Ton. Die Färbung durch wird durch Eintauchen des Gegenstandes in Schwefelkaliumlösung, die durch Chlor ıtauchen in eine Lösung von Kupfervitriol und Salmiak hervorgebracht.

Gold.

rkommen. Das Gold findet sich fast nur gediegen, theils auf seiner ursprünglichen e, vorwiegend auf Quarzgängen, meist aber als Seifen- oder Waschgold (Goldsand), oder in Körnern, Blättchen und abgerundeten Stücken im Sande der Flüsse [1]) und im irge, dem von Flüssen aufgeschwemmten lockeren Lande, dessen Hauptmasse aus Thon zsand besteht, zwischen welchen Glimmerblättchen, Gerölle von Syenit, Chloritschiefer, ›n Chromeisen und Magneteisen, Spinell, Granat u. s. w. sich befinden. Im gediegenen enthält es stets mehr oder weniger Silber, wie folgende Analysen zeigen:

	Siebenbürgen	Südamerika	Sibirien	Californien	I. Australien	II. Australien
. . . . .	64,77	88,04	86,50	90,60	99,2	95,7
. . . . .	35,23	11,96	13,20	10,06	0,43	3,9
l andere Metalle	—	—	0,30	0,34	0,28	0,2

erdem trifft man das Gold häufig im gediegenen Tellur und Tellursilber, zuweilen im gerz, in Schwefelkies, Kupferkies, im Antimonglanz, in der Zinkblende, dem Arsenkies ı vom Reichenstein in Oberschlesien) und Bleiglanz. Nach Liversidge u. A. enthielt erwasser an der Küste von Neusüdwales bis 65 mg Gold; darnach enthält der ganze va 100 000 000 t Gold. (J. 1893, 228; 1896, 212 u. 287.)

ldgewinnung. Früher wurde die grösste Menge aus dem Goldsande oder ten goldhaltigen Felsarten, den Goldseifen, durch Auswaschen gewonnen. te Näpfe mit dem goldhaltigen Sand und schüttelte diesen so lange im Wasser, rösste Menge des Sandes fortgewaschen war. In Californien geschieht das Los- er Goldalluvionen mit Hilfe starker Wasserstrahlen und Einleiten des Schlamm-, ıd Geröllestromes in lange Gerinne *(Sluice)*, in denen die Goldtheilchen zu nken (J. 1886, 205).

Auch im Sande des Ober-Rheins (von Basel bis Speyer und Ludwigshafen) findet sich heingold"). Die vor einigen Decennien (unter König Ludwig I.) in München aus solchem prägten Dukaten trugen die Inschrift: „*Sic fulgurant littora Rheni!*"

Die Ausziehung des Goldes aus dem Goldsande durch Quecksilber sogen. Quick- oder Goldmühlen vorgenommen, in welchen der durch Wasser schwemmte Sand in vielfache Berührung mit dem Quecksilber kommt (J. 188 Versuche, die Amalgamation durch Elektricität[1]) zu befördern, haben seh Erfolg gehabt. Das erhaltene Goldamalgam wird durch Pressen vom übersch Quecksilber befreit und das zurückbleibende Amalgam in eisernen Retorten oder G öfen erhitzt. Durch Anwendung von amalgamirten Kupferplatten hin Zerkleinerungsapparat (meist Stampfmühlen, in welche zugleich Quecksilber g wird) ist die Goldgewinnung verbessert.

Die sogen. Eintränkungsarbeit besteht darin, dass man die gold Schwefelmetalle röstet und schmilzt. Den erhaltenen Rohstein röstet man al schmilzt ihn nach dem Rösten mit Bleiglätte, welche das in dem Rohstein en Gold aufnimmt und von letzterem durch Abtreiben geschieden wird.

In Ungarn werden z. B. die kiesigen Erze, mit Ausnahme der goldreichsten I Schlieg- und Stufferzform gemeinschaftlich in Haufen geröstet, das Röstgut wird mit q Silbererzen oder reinem Quarz und Kalkstein in 8 m hohen 2- und 4förmigen Rundöfen stein verschmolzen, dieser geröstet und mit in Fortschaufelungsöfen gerösteten B bleiischen Producten, in Plattenöfen vorgerösteten Kiesschliegen (Goldschliegen) und quarzigen Erzen durch Reichverbleiung auf Werkblei mit 300 bis 700 g güldischem S 100 k und Reichverbleiungsstein mit 80 g Silber in 100 k, 10 bis 12 Proc. Blei und 1 Pro verschmolzen. Das gesaigerte Werkblei kommt zur Zinkentsilberung oder Abtreibar letzterer, wenn mit über 350 g Silber; die Zinksilberbleilegirung wird gesaigert und da trieben und der zinkhaltige Abstrich in die Steinarbeit gegeben; die Entzinkung des ent Bleies geschieht durch ein Gemenge von Bleisulfat und Kochsalz, das Antimon entfernt m durch Polen. Der Reichverbleiungslech wird geröstet mit bleiischen kupferhaltigen Vor im Schachtofen auf Werkblei und zweiten Verbleiungsstein, dann letzterer nach der Rös bleiischen Vorschlägen und Kupfererzen auf 1. Entsilberungsstein durchgesetzt, dann nach der Röstung mit bleiischen Vorschlägen auf Werkblei und Kupferstein mit 30 bis Kupfer und 2 bis 3 Proc. Blei. Dieser wird nach 12- bis 13maliger Röstung auf Schwa mit 8 bis 10 g Güldischsilber in 100 k (0,008 bis 0,010 Proc.) verschmolzen. Das beim A erfolgende Blicksilber wird in Graphittiegeln umgeschmolzen und mittels Schwefels schieden (J. 1888, 353).

Weitaus wichtiger ist das Lösen des Goldes mit Chlor, Brom und kalium und Fällen mit Kohle, Zink u. dgl. oder elektrolytisch.

Nach Newbery und Vautin (J. 1888) wird das Gold durch Chlor unter Druck ausgelaugt. Das kleinkörnige goldhaltige Erz wird mittel werks *A* (Fig. 252) in die Lösekessel *B* (Fig. 252 u. 253) geleitet, welche gedreht werden. Die eisernen Wandungen dieser Kessel sind auf der inneren Se Schutze gegen die Einwirkung des Chlors mit Blei bekleidet. Zur Einführung behandelnden Erzes dient ein Mannloch *D* und zur Einleitung des Chlorgases von der Pumpe *C* gelieferten Pressluft das Ventil *E*. — Ist die Auslaugung vo so wird das in den Kesseln *B* noch enthaltene Gemenge von Gas und Luft nac mit Kalkwasser gefüllten Bottich *G* geleitet. Dann werden die Kessel *B* nach C der Mannlöcher in die Filterbottiche *F* entleert. Hier erfolgt die Scheid flüssigen Goldlösung von den erdigen Stoffen, indem die Filtrirung entweder Richtung nach unten (Fig. 254) oder in der Richtung nach oben (Fig. 255) ge In beiden Fällen besteht das Filterbett *M* aus einem rostartig durchbrochene boden, welcher mit Canevas oder einem Asbestgewebe bedeckt ist. Der Filte nach Fig. 254 kann offen bleiben, derselbe nach Fig. 255 (Filtrirung nach obe mit einem luftdicht schliessenden Deckel versehen; ersterer enthält das Filterbe seinem unteren Theile, letzterer in seinem oberen Theile bei *K*. Zur Beschle der Filtrirarbeit wird die Flüssigkeit unter Anwendung einer Saugpumpe du

1) J. 1884, 211; 1885, 160; 1888, 354.

saugt. Das Saugerohr *H* mündet bei Fig. 254 in den Raum zwischen Filter-Bottichboden und bei Fig. 255 in den Raum zwischen Filterbett und Bottich-
bei Fig. 254 sind zwei Saugerohre *H* angegeben, die abwechselnd in Betrieb
n werden
Die filtrirte
igkeit wird
Bütte *Q* ge-
welche ein
ampf oder
eführt wird,
es Chlor,
n der Flüs-
och enthal-
könnte, ab-
. Die Flüs-
elangt end-
e bei *R* an-
n Kohlen-
o die Aus-
des metal-
Goldes und
Niederschla-
die Holz-
lung er-

$+ 3C + 6H_2O$
$+3CO_2+4Au$.

Erze der Phönix-
ein Gemenge von
yrit, Schwerspath
gen Mengen von
s, werden in Stein-
vorgebrochen,
kalifornischen
en (in welchen das
durch Quecksilber
t wird) zerklei-
arauf verwaschen.
ereicherten Erze
n Röstöfen mit
en Herden einer
en Röstung unter-
durch welche der
bis auf 0,25 Proc.
ird.

Fig. 252.

Fig. 253.

Fig. 254.

Fig. 255.

Chlorationsvorrichtungen (Tonnen), mit Bleiblech gefütterte Cylinder aus
itzen die nöthigen Eintrag- bez. Austragöffnungen. Der Einsatz besteht aus:

1 t geröstetem Erz,
450 bis 570 *l* Wasser,
18 bis 23 k Chlorkalk,
23 bis 28 k Schwefelsäure von 66° B.

er Cylinder macht 20 Minuten-Umdrehungen. Nach 4- bis 8stündigem Umlauf ist die
n des Goldes beendigt. Nach beendigter Chloration wird der Inhalt in einen hölzernen,
gefütterten Filterkasten entleert. Letzterer besitzt einen aus durchlöcherten Ziegel-
stehenden falschen Boden, welcher als Filter eine 15 bis 17 cm hohe Sand- oder Quarz-

schicht mit nach oben hin abnehmender Grösse der einzelnen Körner trägt. Nachdem d lauge abfiltrirt und die Rückstände durch Auswaschen von anhaftendem Goldchlorid sind, wird aus der Flüssigkeit das Gold durch Ferrosulfatlösung niedergeschlagen. D lichbraune Goldniederschlag setzt sich im Laufe von 2 bis 3 Tagen zu Boden, wird au Papierfilter ausgewaschen und dann in einem Tiegel zusammengeschmolzen. (Vgl. J. 18 1894, 300.)

Nach Cassel-Hinman (J. 1897) werden die gerösteten Erze mit Bromid-Bro handelt:

$$NaBrO_3 + 5\,NaBr + 3\,H_2SO_4 = 3\,Na_2SO_4 + 3\,H_2O + 6\,Br$$

Das freiwerdende Brom besitzt angeblich eine bedeutend stärkere Angriffsfähigkei käufliche Product. Die Lösung bleibt 3 bis 5 Stunden über dem Erze stehen, wird und der Rückstand einige Male mit Wasser ausgesüsst. Das Goldbromid enthaltende Filt man in einem Gegenstrom von Chlor und Wasserdampf durch einen etwa 6 m hohen Thurr der aus gewöhnlichen glasirten Thonröhren zusammengesetzt ist und eine Anzahl geloch böden enthält. Chlor macht nun die äquivalente Menge Brom frei:

$$2\,AuBr_3 + 3\,Cl_2 = 2\,AuCl_3 + 3\,Br_2.$$

Das letztere wird vom Wasserdampf mitgerissen und in einen zweiten Thurm gebl dem es von Alkalihydrat absorbirt wird.

Zum Auslaugen von Gold aus Erzen empfiehlt Dupré (J. 1898) Thiosulfatlösung mit Eisenacetat; das gelöste Gold wird durch Zink oder Elektrolyse ausgefällt; derselb auch Thiosulfat und Chromatlösung vor (J. 1896).

Cyankalium[1]) ist ein sehr gutes Lösungsmittel für Gold bei Gegenw Sauerstoff:

$$2\,Au + 4\,KCy + O + H_2O = 2\,AuKCy_2 + 2\,KOH$$

Bei Verwendung von Zink als Fällungsmittel laugt man mit 0,35proc. Cyan lösungen, dann mit solchen von 0,08 Proc., bei elektrischer Fällung genügen L von 0,08 bis 0,01 Proc.

Zur Beförderung der Lösung wird Zusatz von cyansaurem Kalium, Amn persulfat, Brom, organischen Nitroverbindungen (J. 1896, 218) u. dgl. emp Kendall (J. 1896) verwendet Natriumsuperoxyd. Keith (J. 1895) laugt m Lösung von 0,1 bis 0,5 Proc. Cyankalium und 0,6 k eines Quecksilbersalzes aus. mann und Teed (J. 1898) laugen mit Cyanbromid und Cyankalium:

$$CNBr + 3\,KCN + 2\,Au = 2\,KAu(CN)_2 + KBr$$

und fällen die Lösung mit Zinkstaub.

In nordamerikanischen Goldwerken wird mit Bromcyan oder Cyan zuweilen unter Zusatz von Natriumsuperoxyd ausgelaugt und mit Zinkabfälle Zinkstaub gefällt (J. 1896).

Das Verfahren von Siemens & Halske[2]) hat sich in Transvaal[3]) be bewährt. Aus den mit sehr verdünnten Cyankaliumlösungen hergestellten Gol wird das Gold elektrolytisch gefällt. Als Kathoden dienen dünne Bleiblec jedem Rahmen hängen drei Bleche, jedes 0,61 × 0,92 m gross, so dass die Ob eines Rahmens 1,674 qm beträgt. In einem Bade hängen 87 Rahmen, wa

---

1) J. 1890, 414; 1891, 271; 1892, 241; 1893, 336; 1894, 284 u. 300; 1895, 255; 1 u. 287; 1897, 302 u. 311. Das Cyankalium veranlasst, in Schnittwunden eingeführt, schm Geschwüre. Die Arbeiter, welche die Schlämme ausheben und schmelzen, sind dessen Einw namentlich an den Armen ausgesetzt und leiden an Kopfweh, Schwindel und allgemeiner Sc Ferrocyankalium ist als Mittel dagegen empfohlen bei innerlicher Gabe und als Umschla Vergiftungsfällen empfiehlt sich die Anwendung von gefälltem kohlensauren Eisen, durch Mischung von Sodalösung mit Eisenvitriollösung, wobei Berlinerblau entsteht. wasserstoffsäure lähmt sofort das Nervensystem; man giesst in solchem Falle kaltes Was Rückgrat, lässt Ammoniak einathmen und sucht den Säuredampf zum Ausathmen zu (J. 1892, 243.)

2) J. 1894, 286; 1895, 257 u. 332; 1898, 261.

3) Ganz Afrika gab 1885 nur 2000 k Gold, 1889 gab Witwatersrand allein schon 1 1892 = 37813 k; 1897 gab Transvaal 85342 k Gold, 1898 über 100000 k; daher der zug" nach Transvaal. (J. 1894, 283; 1895, 256; 1896, 213; 1897, 306.)

ıoberfläche von 145,64 qm für ein Bad entspricht. Jedes Blech wiegt 0,453 k, · einen Rahmen 1,359 k und für ein Bad 118 k Blei nothwendig sind. Durch ıng des Stromes werden die Nichtmetalle an der Anode ausgeschieden, und se ein Metall ist, so beginnt dasselbe zu oxydiren. Kohle wäre als Anode gut aber durch die Einwirkung des Stromes zerfällt sie nach und nach in Staub, das Cyankalium zersetzt. Wird Zink als Anode verwendet, so bildet sich in ng ein weisser Niederschlag von Zinkferrocyanid. Während der Auslaugung h stets in der Lauge eine kleine Menge ›cyanid, welches mit dem bei der Gold- g an der Zinkanode entstandenen Zink- Bildung des genannten Niederschlages t. Beim Siemens-Halske-Processe isenbleche zur Herstellung von Anoden t. Auch diese oxydiren während der ng des Stromes, und das entstandene d bildet mit dem in der Lösung vor- Ferrocyanid Berlinerblau. Der Nie- von Berlinerblau wird in Aetznatron worauf die Lösung eingedampft wird. stand wird dann mit Kaliumcarbonat zen, wobei sich Cyankalium ergibt. zur Goldfällung nur ein sehr schwacher wendet (0,6 Amp. auf 1 qm Kathoden- e). Die Kathoden sind voneinander ernt und die Spannung beträgt 7 Volt. vendung eines schwachen Stromes ist iederschlag hart und adhärirt an den en; die Anoden halten längere Zeit re Dauer mit der Stromstärke im Ver- steht. In einer Laugereianlage, welche 3000 t Lauggut verarbeitet, werden schnitt für diese Zeit 489 k Eisen ıt. Ferner wird zur Erzeugung des nur eine unbedeutende Kraft in An- nommen. Dieselbe wird mit 2400 Watt n, und da 1 Pf. 746 Watt gleich ist, cht die motorische Kraft $3^1/_2$ Pf., doch Wirklichkeit 5 Pf. gebraucht.

Extractionsanlage nach dem Halske-Verfahren zeigt Fig. 256 im Die 5 Laugbottiche *a* sind aus 7,5 dicken Dauben hergestellt. Die in bottichen angebrachten Filter bestehen 10 cm grossen Holzleisten, welche seinander gestellt sind. Sie sind am s Bottichs mit Holzstiften befestigt und n unteren Theile eine Anzahl 2 cm d 7,6 cm breiter Oeffnungen, welche nmenfliessen der filtrirten Lösung ge- Auf die obere Fläche der Holzleisten

Fig. 256.

kommen 2,54 cm im Quadrat messende Holzstreifen zu liegen, welche 2,54
einander entfernt sind. Nachdem auf diese Leisten eine zweite Lage de
jedoch quer zu liegen kommt, so werden auf diese Art durch die Holz
Oeffnungen von 2,54 cm im Quadrat gebildet. Die beiden Lagen der Holz
gehen nicht bis zu den Bottichwänden, sondern lassen hier ringsherum eine
breite Ringfläche offen, welche zum Theil mit gebogenen Holzstreifen au
wird. Auf die beiden Lagen der Holzstreifen kommt nun das eigentliche aus
nussmatte und Klettenreisern bestehende Filter. Ueber das Filter werden wie
auf der untersten Lage (am Boden) 2,64 × 7,62 cm Leisten angebracht, welc
Zweck haben, beim Austragen der Laugrückstände das Filter vor Beschädig
schützen. Vor jedem Bottich findet sich unten das Röhrensystem *r*, welches
leitung der filtrirten Lösung zu den Klärbottichen *b*, die ausserdem als Behälter
Goldlösungen dienen, gebraucht wird. Der Bottich *b* nimmt die starken Lösung
Reichlauge) auf, während in den andern Bottich die schwachen Lösungen (die Ar
geleitet werden. Die 3,2 cm im Durchmesser messenden Röhren *r* werden ein
Leitung der Reichlauge, das anderemal durch Umschaltung der Hähne für die Ar
benutzt. Die Sammelbottiche *b* sind ähnlich construirt wie die Laugbottiche, n
sie kleiner und haben kein Filter und keine Austragsöffnung. Der Durchmes
selben beträgt 4,88 m, während er bei den Laugbottichen 6,10 m gross ist. Zur
der Laugbottiche mit Lauggut dient ein oberhalb derselben angebrachtes Geleis
der einen Seite der Batterie werden die vollen Wagen auf einer schiefen Bahn
zogen und nach dem Entleeren auf der anderen Seite wieder herunter gebremst
Bottich fasst 135 t Lauggut. Das Austragen der Laugrückstände geschieht in d
durch eine am Boden des Bottichs hergestellte Oeffnung, welche von aussen n
des Mannloches bei den Dampfkesseln geschlossen ist. Sollen die Laugrückstän
geschwemmt werden, so befindet sich die Austragsöffnung in der senkrechten W
des Bottichs. Von den Sammelbottichen gelangt die Lauge durch 7,6 cm weite
zu den Bädern *k* der Elektrolyse.

Die Reichlauge wird in den zwei oberen und die Armlauge in den zwei
Niederschlagszellen der Wirkung des elektrischen Stromes ausgesetzt. Jede
schlagszelle ist 6,379 m lang und 2,605 m breit. Der Strom wird von der I
maschine mit Hilfe von Kupferdraht auf den Längsseiten den Elektroden zu
Die Bäder liegen nebeneinander, und es scheint mit Rücksicht auf die verlangte
des Stromes (kleine Spannung), dass die Niederschlagszellen parallel geschalt
Die Anoden sind 2,135 m lange, 0,915 m breite und 2,3 mm dicke Eisenblech
selben stehen auf Holzleisten, welche auf dem Bottichboden befestigt sind, und
ausserdem in lothrechter Lage durch an den Wänden seitlich angebrachte Hol
gehalten. Damit die Lauge durch die Niederschlagszellen ordentlich circul
einige Anoden direct auf dem Boden aufgesetzt, während wieder andere 2,6
das Niveau der Lauge gehoben sind, wodurch eine Anzahl von Abtheilungen
wird, welche die Lauge im Schlangenwege durchfliessen muss. Um Kurzsch
verhindern, werden die Anoden mit Segeltuch bedeckt. Die Kathoden-Bl
werden zwischen zwei Eisendrähten aufgespannt und in einem leichten Holzrah
festigt, welcher alsdann zwischen die Anoden aufgehängt wird. Die entgoldet
fliesst aus den Niederschlagszellen durch 7,6 cm weite Röhren zu den Vorrathsb
Dieselben sind so gross wie die Laugbottiche und werden auf dieselbe Art her
nur selbstverständlich ohne Filter und Austragsöffnung. Aus diesen beiden B
werden die Cyanidlösungen durch 7,6 cm weite Röhren und mittels der Cen
pumpe *h* zu den einzelnen Bottichen der Batterie gehoben. Der Antrieb der
fugalpumpe und der Dynamomaschine geschieht von der Haupttransmissionswe

Amalgamationsrückstände (tailings) organische Stoffe und saure Salze halten
kalium zersetzen, so ist eine Behandlung der tailings vor der Auslaugung mittels Aetz-
othwendig. Die Menge der Aetzalkalien muss durch einen Vorversuch ermittelt werden.
iesem Zwecke Kalk verwendet, so muss ein Ueberschuss desselben vermieden werden,
rch ebenfalls ein grösserer Verbrauch von Cyankalium entstehen könnte. Die alkalische
sigkeit besteht in der Regel aus einer sehr schwachen Cyankaliumlösung, welcher die
ge Menge von Aetznatron zugesetzt wird. Die Menge der alkalischen Waschflüssigkeit
r den Bottich 10 t. Sonach beginnt das Auslaugen mit der starken Cyankaliumlösung,
)5 bis 0,80 Proc. Cyanid enthält. Bei dem Cyanidverfahren verwendet man von der
ösung nie weniger als $^1/_3$ des Gewichtes der tailings. Hier werden für einen 135 t
Bottich 70 t starker Lösung benutzt. Es werden in Zwischenräumen von 3 bis 5 Std.
ilings 5 t Lösung gepumpt; es scheint daher, dass die Auslaugung nach der sogen.
ungsmethode" vor sich geht. Nach der starken Lauge wird die schwache Cyankalium-
f die tailings gepumpt, und zwar im Ganzen 21 t. Diese Lösung hält nur 0,01 Proc.
m und hat eigentlich mehr den Zweck, die starke und das meiste Gold haltende Lösung
ngen. Schliesslich wird das Lauggut mit Wasser gewaschen, wobei die Menge des
ssers mehr als 70 Proc. der Erzmenge beträgt. Die Zersetzungszellen sind abgeschlossen
en nur einmal des Monats behufs „Kehrung" aufgemacht. Die Rahmen mit den Blei-
werden ausgehoben und die Kathoden durch frische Bleibleche ersetzt. Eine voll-
Reinigung der Niederschlagszellen ist nur nach längerer Zeit nothwendig. Die als
verwendeten Bleibleche halten 2 bis 12 Proc. Gold; dieselben werden in Barrenform
olzen, worauf das Gold aus dem goldhaltigen Blei durch Abtreibearbeit gewonnen wird.
erung des Goldes während der Elektrolyse erfolgt in Form eines glänzenden gelben
s der Bleibleche. Der Verbrauch an Blei beträgt für den Monat 340 k, was nach den
n in Südafrika einen Geldaufwand von ungefähr $1^1/_2$ d für die Tonne tailings erfordert.
ucirendes Schmelzen der Treibproducte kann der grösste Theil des Bleies rückgewonnen
– Andreoli (J. 1898) empfiehlt Anoden aus Bleisuperoxyd, Kathoden aus Eisen.
vper-Coles (J. 1898) will die Lösung auf 40° erwärmen und Aluminium-
n (J. 1894, 285) verwenden. Beim Einbringen der Kathoden wird zweckmässig, um
e Goldschicht niederzuschlagen, die Spannung und Stromdichte etwas erhöht. So
h aus einer Lösung, die 3,2 g Gold und 22,71 g Cyankalium für 4,54 *l* enthielt, in
en 2,7 g oder 84,7 Proc. mit einer mittleren Stromstärke von 2,51 Amp., einer Strom-
5,02 Amp. auf 9,3 qd und einer mittleren Spannung von 4,63 Volt niederschlagen. —
le (J. 1897) will als positive Elektrode amalgamirte Zinkplatten verwenden.

dscheidung. Bei der Goldscheidung durch Schwefelantimon wird die
ng, welche mindestens 60 Proc. Gold enthält, in einem Graphittiegel bis zum Schmelzen
d dann gepulvertes Schwefelantimon eingetragen. Nach dem Erkalten findet man die
zwei Schichten gesondert, von denen die obere, das Plachmal (Plagma) aus Schwefel-
wefelkupfer und Schwefelantimon, die untere aus dem König (dem Antimongold) besteht.
wird geglüht und das zurückbleibende Gold mit Borax, Salpeter und Glaspulver zu-
schmolzen.

Goldscheidung durch Schwefel ist eine Vorbereitungsarbeit für die Scheidung
n Wege, besonders für die Scheidung durch die Quart. Es wird die granulirte gold-
girung mit $^1/_7$ Th. befeuchteten Schwefelpulver in einen glühenden Graphittiegel einge-
d mit Kohlenpulver bedeckt. Der Tiegel wird 2 bis $2^1/_2$ Stunden in einer schwachen
erhalten und dann bis zum Schmelzen erhitzt. Enthielt die Legirung grössere Mengen
sondert sich ein goldreiches Silber ab, während nur eine sehr kleine Menge des Goldes
chmal zurückbleibt.

Goldscheidung durch Chlor wird die goldhaltige Legirung in feinen Körnern
estalt dünner Bleche mit sogen. Cementpulver (aus 4 Th. Ziegelmehl, 1 Th. Kochsalz
geglühtem Eisenvitriol bestehend) in einen Tiegel geschichtet und einer allmählich
n, mehrstündigen Hitze ausgesetzt. Durch Einwirkung des Eisenvitriols auf Kochsalz
sich Chlor, welches das Silber in Chlorsilber umwandelt, das Gold aber nicht angreift;
ilber wird von dem Ziegelmehl aufgesogen. — Im Jahre 1869 hat Miller auf die
ft des Chlorgases, auf Gold bei höherer Temperatur nicht einzuwirken, Silber, Kupfer
e Metalle dagegen in Chlormetalle überzuführen, ein Verfahren der Goldscheidung ge-
velches in den Münzen zu Sydney, Philadelphia und in London mit Erfolg eingeführt
leitet in das geschmolzene Metall durch eine enge Thonröhre Chlorgas; das Chlor ver-
n mit dem in der Legirung enthaltenen Silber zu Chlorsilber, welches an die Oberfläche
nolzenen Goldes tritt, während letzteres unter der Chlorsilberdecke vollständig entsilbert
bt.

Die Scheidung auf nassem Wege oder die Scheidung in die Quart Quartation hat davon ihren Namen, dass man früher annahm, wenn man die Schei Goldes vom Silber auf nassem Wege vornehmen wolle, müsse der Silbergehalt das Drei Goldgehaltes betragen. Man schmilzt die Legirung mit der erforderlichen Menge S sammen, granulirt das Metallgemisch und übergiesst es in einem Platinkessel mit vol chlorfreier Salpetersäure von 1,320 spec. Gewicht. Silber wird gelöst, während Gold bleibt. Das Gold wird in einem Tiegel mit Borax und Salpeter umgeschmolzen. Aus de fällt man das Silber mit Kochsalz und reducirt das Chlorsilber.

Die Goldscheidung durch Schwefelsäure oder die Affi empfiehlt sich vor der Quartation mittels Salpetersäure durch grössere Einfach Wohlfeilheit. Am vortheilhaftesten soll die Scheidung mit einer Legirung gehen, die in 16 Th. nicht viel mehr als 4 und nicht viel weniger als 3 Th. G übrige Silber und Kupfer enthält. Die zur Scheidung angewendete Schwefels ein spec. Gewicht von 1,848 haben. Man übergiesst in dem Gefässe die Legi concentrirter Schwefelsäure und erhitzt, bis nach 12 Stunden die Lösung des Sil Kupfers vollständig vor sich gegangen ist

$$AuAg_2 + 2\,H_2SO_4 = Au + Ag_2SO_4 + SO_2 + 2\,H_2O.$$

Wenn alles Silber und Kupfer in Sulfat umgewandelt worden ist, wird die L eine Bleipfanne abgegossen, das darin zu einem Krystallbrei erstarrte Silbersu mit einem eisernen Spaten ausgestochen und in bleierne, mit heissem Wasser Fällpfannen gethan. Das Ausfällen des Silbers geschieht durch Kupferblech Die entstehende Lösung von Kupfersulfat wird, nachdem die freie Schwefelsäu Kupferoxyd möglichst vollständig neutralisirt worden ist, auf Kupfersulfat ver Das ungelöst zurückbleibende Gold wird durch Kochen mit Natriumcarbonat handlung mit Salpetersäure von beigemengtem Eisenoxyd, Schwefelkupfer u sulfat befreit, getrocknet und mit etwas Salpeter umgeschmolzen. — Die An dieser Scheidungsart hatte es möglich gemacht, kupferhaltiges Silber mit eine gehalte von $^1/_{12}$ bis $^1/_{10}$ Proc., den man in älteren Silbermünzen findet, zu affin

Nach Gutzkow's Vorschlag werden in der Münze von San Francisco verarbeit barren aus Californien, welche man so stellt, dass sie 2 Th. Gold und 3 Th. Silber e und dann körnt, ferner Silber in Barren von Comstock mit 2 bis 10 Proc. Gold, welc Granulirung direct aufgelöst wird, und schliesslich Silber in Ziegelform mit beträ Kupfergehalt von der Amalgamation der Abgänge und aus Gruben Nevadas, welches m Feinsilber zusammengeschmolzen wird, dass der Kupfergehalt auf 12 bis 8 Proc. h Zur Auflösung der Legirungen dienen 66 cm weite und 45 cm tiefe Kessel aus Gusseisen durch einen Gehalt von 2 bis 4 Proc. Phosphor gegen Säure widerstandsfähiger w fassen 100 bis 150 k Beschickung, welche durch eine mit Deckel verschliessbare Oeff Hutes eingetragen wird. Die eingefüllte 66° Schwefelsäure wird zum Sieden erhitzt Legirung eingetragen. Die über dem ungelösten Golde stehende heisse Lösung wird einen eisernen Behälter durch ein eisernes Rohr in darin befindliche 110° heisse Schw von 58° B. abgehebert, von welcher 1 cbm für je 200 k behandelte Legirung erforderlic welche als Mutterlauge von der Krystallisation des Silbersulfates erhalten wird. Beim der Flüssigkeit krystallisirt Silbersulfat aus, Kupfersulfat bleibt in Lösung. Auf di sulfatkrystalle wird eine heisse gesättigte neutrale Eisenvitriollösung geleitet, welc Kupfersulfat löst, dann das Silbersulfat reducirt, die freie Säure aufnimmt und an blaue, dann als braune Flüssigkeit abfliesst, bis eine grüne Farbe das Ende der Redu zeigt. Die blaue kupferhaltige Flüssigkeit wird von der braunen getrennt aufgefa letzterer befinden sich etwa noch 2,5 Proc. Silber gelöst. Die Reduction ist in 3 bis 4 beendigt. Die Eisenoxydlösung wird durch Behandeln mit Eisenabfällen wieder in O verwandelt (J. 1882, 164; 1887, 446; 1897, 314).

Beim Goldscheidungsverfahren der Norddeutschen Af sind nach Wohlwill (J. 1898) Lösungen von Goldchlorid vorzüglich ver wenn sie ausserdem Salzsäure oder Alkalichlorid enthalten. Ohne letztere w Gold abgeschieden, aber die Goldanode geht nicht in Lösung, sondern es entweic Dieses Verhalten wird damit erklärt, dass Gold nur dann in Lösung geht, wenn

n zur Bildung der complexen Verbindungen $AuCl_4H$, $AuCl_4K$ u. s. w. gegeben welchen das Gold als complexes Anion $AuCl_4$ vorhanden ist. Bei höherer ke bez. grösserer Stromdichte ist mehr Salzsäure nöthig, um das unausgenutzte en von Chlor zu verhindern; bei höherer Temperatur, z. B. 60 bis 70°, genügt gerer Salzsäurezusatz als bei niedrigerer Temperatur. — Die Goldabscheidung der Kathode nach der Gleichung:

$$AuCl_4H + H_3 = Au + 4\,HCl.$$

h diesem Verfahren lässt sich eine 4 k wiegende Goldplatte von 4 mm Dicke nen Strom von 308 A. (Stromdichte etwa 1000 A. auf 1 qm) in 15 Stunden en. — Von den fremden Metallen reichern sich Platin und Palladium, da sie iedrigen Spannung von 1 Volt nicht ausgefällt werden, in der Lösung an und o gewonnen werden. Andere Platinmetalle sowie Silber gehen, letzteres als er, in den Anodenschlamm. In diesen gehen ferner beträchtliche Mengen Proc. und mehr der niedergeschlagenen Goldmenge; zur Erklärung dieser e wird angenommen, dass an der Anode Gold zum Theil auch als Goldchlorür g geht, welches sofort wieder in Goldchlorid und elektrisch neutrales Gold Auch geht unzerlegtes Goldchlorür in Lösung und scheidet sich nach demselben zugleich mit dem übrigen Gold an der Kathode aus; daher ist die Menge des erschlags grösser, als dem Faraday'schen Gesetz entspricht.

h den Patenten der Affinerie (J. 1897, 365 u. 387) wird in ähnlicher Weise, wie dies ektrolytischen Kupfer- und Silber-Raffination geschieht, die Lösung des Rohmaterials ällung des reinen Goldes in einer einzigen Operation erreicht. Dafür ist erforderlich, er Zersetzung der als Elektrolyt dienenden Goldlösung durch den elektrischen Strom ben Maasse, wie an der Kathode reines Gold abgeschieden wird, unter dem Einfluss r Anode abgeschiedenen Ion Gold, bez. Gemengtheile desselben in die Lösung über- erden und demgemäss bei continuirlicher Ausscheidung von reinem Gold der Gold- Lösung annähernd der gleiche bleibt. — Es darf also während der Dauer der elektrischen ng, wenn etwa eine Lösung von G o l d c h l o r i d als Elektrolyt in Anwendung gebracht Chlor in gasförmigem Zustande frei werden, weil der abgeschiedenen Chlormenge end Gold oder dessen Beimengungen ungelöst bleiben müssten. Nun erfordert aber hren der Goldelektrolyse, das geeignet sein soll, das gebräuchliche chemische Ver- ersetzen, die Anwendung sehr hoher Stromdichten, weil nur bei diesen eine hinläng- lle Wiedergewinnung des Goldes zu erzielen ist. Versucht man demgemäss in einer on Goldchlorid bei hohen Stromdichten die elektrochemische Lösung von Anoden aus er unreinem Gold, so zeigt sich eine wesentliche Abweichung von dem Verhalten des und des Silbers bei den analogen Verfahrungsweisen zur elektrolytischen Reinigung talle. Während es hier für die continuirliche Ueberführung der Anodenbestandtheile sung im Wesentlichen gleichgültig ist, ob die Lösung neutral, schwach oder stark centrirt oder mässig verdünnt, sowie ob sie kalt oder warm ist, sind diese Verschieden- der elektrochemischen Lösung des Goldes, insbesondere bei den hier in Betracht en hohen Stromdichten von entscheidendem Einflusse. Wird eine neutrale Lösung n Goldchlorid zwischen Goldelektroden zersetzt, so entweicht auch bei sehr geringen ten (Dichten unter 10 Amp. auf 1 qm) das an der Anode abgeschiedene Chlor, ohne etall zu wirken, und an diesem Verhalten wird durch Erhöhung der Temperatur nichts Die gleiche Erscheinung zeigt sich bei etwas höheren, aber immer noch weit unter auf 1 qm liegenden Stromdichten, wenn man als Elektrolyt eine schwach saure Lösung , wie sie beim Verdampfen der Lösung von Gold in Königswasser erhalten wird. Die ntersuchung hat nun ergeben, dass die störende Abscheidung von gasförmigem Chlor zufügung überschüssiger Salzsäure zum Elektrolyten verringert und selbst vollständig kt werden kann. Es hat sich gezeigt, dass bei bestimmter Temperatur dem bestimmten Säure ein Maximum der Stromdichte entspricht, bei dem die gesammte Menge des denen Chlors von dem Metall der Anode gebunden wird, und dass dieses Maximum der te und der zu bindenden Chlormenge sich mit dem Gehalt der Lösung an Salzsäure Eine weitere sehr bedeutende Erhöhung eben dieses Maximums bei gegebenem Säure- durch die Steigerung der Temperatur zu erzielen. Wird demnach bei bestimmter r und bestimmtem Gehalt an Säure die Stromdichte über das entsprechende Maximum öht, so kann die dadurch bedingte mit der Stromdichte zunehmende Abscheidung von

gasförmigem Chlor sowohl durch Vermehrung des Säuregehalts wie durch Erhöhung
ratur innerhalb gewisser Grenzen vollständig verhindert werden. Die Versuche habe
dass auf diese Weise durch die vereinigte Wirkung überschüssiger Säure und hoher
auch in verhältnissmässig schwachen Lösungen von Goldchlorid die unterbroche
des Anodengoldes noch bei Stromdichten von 1000 Amp. auf 1 qm und darüber
wird. Es wird demnach die Reinigung des Goldes auf elektrolytischem Wege unt
dung einer mit Salzsäure im Ueberschusse versetzten heissen Goldchloridlösung als
empfohlen.

Die Temperatur der Lösung wird am besten auf 60 bis 70° gehalten, der Gol
25 bis 30 g Gold für 1 *l*, der Zusatz an freier Salzsäure für 1 *l* Lösung beträgt je na
gewendeten Stromdichte etwa 20 bis 50 cc rauchender Säure von 1,19 spec. Gewic
Verlauf der Arbeit durch Verdunstung und anderweitigen Verbrauch der Gehalt an
sich mannigfaltig ändern kann, ist als maassgebend anzusehen, dass bei richtig
Temperatur ein Mangel an freier Salzsäure sich durch Entwickelung von gasförmi
bemerklich macht, bei Wahrnehmung des Chlorgeruches also bis zum Verschwinden
Salzsäure zur Lösung hinzuzusetzen ist, nachdem zuvor ausser Frage gestellt worde
erhebliches Sinken der Temperatur nicht stattgefunden hat. Nimmt man zur Erklär
Beobachtung an, dass der secundäre Vorgang, durch den an der Anode die Beseitig
Chlors und demgemäss die continuirliche Ueberführung der Anodenbestandtheile in
stattfindet, in der Bildung einer Verbindung $AuCl_3 + nHCl$ besteht, so folgt darau
Flüssigkeit in der nächsten Umgebung der Anode um so mehr freien Chlorwasserstoff
muss, je grösser die Stromdichte und demgemäss die für die Oberflächeneinheit der
bindende Chlormenge ist, also je mehr bei constantem Strom im Verlauf der Arbeit
sich verkleinert oder bei constanter Oberfläche die Stromstärke gesteigert wird.

Ist die Temperatur die richtige und der Salzsäuregehalt genügend, so gehen
Einflusse des elektrischen Stromes mit dem Gold die meisten Verunreinigungen dessel
diesen auch der Gesammtgehalt des Platins und Palladiums, in die Lösung über
bleibt in metallischem Zustand der grössere Theil des Iridiums und andere Platin
mit diesen wird der Silbergehalt in Form von Silberchlorid in festem Zustande abg
desgleichen ein Theil des Bleies als Bleichlorid; sobald die Lösung mit diesem ganz o
gesättigt ist, und Wismuth als Oxychlorid, sofern der Salzsäuregehalt der Lösung fi
nicht ausreichen sollte. Dem auf diese Weise an der Anode ausgeschiedenen, in
Mengen leicht abfallenden unlöslichen Schlamm ist, abgesehen von kleinsten Bruch
unveränderten Anode, regelmässig eine überwiegende Menge (etwa 10 Proc. des Anode
von äusserst fein vertheiltem Golde beigemischt. Die Entstehung dieses Goldabfalls
zurückzuführen, dass ein Theil des Anodengoldes zunächst nicht in Chlorid, sondern
(AuCl) übergeführt wird, dieses aber unmittelbar nach der Entstehung zum Theil wied
chlorid und feinvertheiltes Gold zerfällt.

Während in solcher Weise die Bestandtheile der Anode theils in die Lösung, th
am Boden sich sammelnden Schlamm übergeführt werden, wird an der Kathode au
nehmender Verunreinigung der Lösung und bei Stromdichten bis über 500 Amp. auf
schliesslich reines Gold niedergeschlagen. Das niedergeschlagene Gold wird also
zum grösseren Theil durch an der Anode gelöstes Gold, zum Theil durch äquivalent
anderer Metalle in der Lösung ersetzt, und ebenso entspricht eine Ausscheidung vo
der Kathode der Ueberführung des Silbers, Bleies und Wismuths in die Form fester
es findet daher unter dem Einflusse der Stromarbeit eine stete Verarmung der Lösun
statt, für die ein Ersatz durch Hinzufügung von Goldchlorid regelmässig stattfinden m
gleichzeitig erfolgende Vermehrung des Gehalts der Lösung an fremden Gemengtheile
in solcher Weise für das Vorhandensein des nöthigen Goldgehalts gesorgt wird, au
trächtlichem Ueberschuss derselben ohne Einfluss auf die Reinheit des Goldes
365 u. 387).

Eigenschaften. Gold ist gelb, aber schon sehr geringe Mengen ander
können die goldgelbe Farbe ändern. Durch Poliren nimmt es hohen Glanz an. An E
trifft es nur wenig das Blei, dagegen ist es das geschmeidigste aller Metalle; daneben
grosse absolute Festigkeit, welche jener des Silbers fast gleich kommt. Die Elastici
bedeutend, daher es auch wenig Klang besitzt. Das Volumengewicht des Goldes geht
im gegossenen und nicht ausgestreckten Zustande bis 19,55, selbst bis zu 19,6, wenn
Bearbeitung verdichtet worden ist. Gold schmilzt bei 1061 bis 1072° (J. 1898) und
nach dem Guss in den Formen stark zusammen. Schmelzendes Gold leuchtet mit m
Farbe. Die Eigenschaft des Goldes, an der Luft, in schwefelwasserstoffhaltigen
Wasser und bei der Berührung mit allen Säuren, mit Ausnahme des Königswassers, u
zu bleiben, erhöht den Werth des Goldes beträchtlich. Das zu dünnen Blättern ausg

das Licht, je nach dem Grade seiner Ausplattung, bald mit blauer, bald mit grüner hfallen.

dproduction der Welt betrug (J. 1898) in k (vgl. S. 291):

	1895	1897
Europa:		
Deutsches Reich	3 547 k	2 781 k
Oesterreich-Ungarn	2 753	3 278
Frankreich	362	327
Italien	280	275
Norwegen	16	15
Russland	47 825	32 408
Schweden	940	114
Türkei	12	12
Grossbritannien	205	42
Nordamerika:		
Vereinigte Staaten	70 468	89 092
Canada	2 876	9 314
Neufundland	—	93
Mexico	8 427	10 715
Centralamerika	722	790
Südamerika:		
Argentinien	140	474
Bolivia	98	98
Brasilien	3 359	2 200
Chile	2 118	2 118
Columbia	4 890	5 869
Ecuador	118	200
Brit.-Guyana	3 824	3 157
Holl.-Guyana	878	1 026
Franz.-Guyana	2 807	1 862
Peru	176	180
Uruguay	213	214
Venezuela	1 281	1 225
Asien:		
China	6 998	9 993
Brit.-Indien	6 786	10 983
Japan	653	1 073
Corea	311	1 086
Malayische Halbinsel	622	778
Borneo	78	150
Afrika:		
Witwatersrand	56 340	78 112
Andere im Transvaal	6 415	7 230
Westküste	996	755
Madagascar	603	602
Australasien:		
7 Colonien	64 396	80 399
	307 958 k	359 040 k

(Zeitschr. f. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1898, 14.)

llegirungen. Feines Gold wird seiner Weichheit wegen nicht verarbeitet, es wird lattgolde und zum Malen und zum Verzieren von Glas oder Porzellan angewendet. eitete Gold ist stets mit Kupfer oder mit Silber legirt. Man berechnete früher die ngen nach Karat und Grän; man theilte die Mark = $^1/_2$ Pfund in 24 Karate, den Karat . Unter 12karätigem Golde verstand man z. B. solches, das auf die Mark 18 Karat Karat Kupfer oder Silber enthält. Die Kupferlegirung wird die rothe Karatirung, girung die weisse Karatirung genannt.

Seit der Einführung der Mark als Münzeinheit (gleichgesetzt einem Gewicht Goldes von 0,3585 g) prägt man (seit 1871) deutsche Reichsgoldmünzen u Doppelkronen (zu 20 Mark), Kronen (zu 10 Mark) und halbe Kronen (zu 5 Mark). N Reichsgesetzen vom 4. December 1871 und 9. Juli 1873 werden aus 1 k feine 139,5 Zwanzigmarkstücke oder 279 Zehnmarkstücke oder 558 Fünfmarkstücke aus Das Mischungsverhältniss dieser Goldmünzen (von 17,2 spec. Gewicht) ist auf 900 100 Kupfer festgestellt. Es wieg nach 10 Mark 3,982 g (= 3,585 g 0,397 g Kupfer).

Fig. 257. Fig. 258.

Zum Schmelzen von Go Silberlegirungen hat sich Fig. 257 und 258 bewährt, bei jeder Verlust von Gold und Silber v wird. Der Schmelzofen ist dements mit Eisenplatten eingeschlossen, einem eisernen Aschenfalle *A* verse die an den Roststäben *R* haftend metalle zu gewinnen, werden diese eingeschmolzen und längere Zeit f erhalten, so dass sich Silber und Boden setzen.

Goldlegirungen erscheinen röthlichweiss oder blassgelb; um denselben nun goldgelbe Farbe des Goldes zu ertheilen, pflegt man sie in einer Lösung (Goldfarbe), salz, Salpeter und Salzsäure bestehend, zu kochen. Die Wirkung der Goldfarbe b ihrer Eigenschaft, durch das aus ihr sich entwickelnde Chlor aus dem vergoldeten G etwas Gold aufzulösen und es sodann als ein dünnes Häutchen reinen Goldes auf der wieder abzusetzen. Der Zweck des Färbens kann auch durch eine galvanische Verg reicht werden.

Goldprobe. Um den Feingehalt einer Goldlegirung zu ermitteln, bediener Goldarbeiter des Probirsteines und der Probirnadeln und behandeln den Strich mit ve Königswasser, um aus dem Verschwinden oder Unverändertbleiben einen Schluss auf gehalt zu ziehen. Dieses Verfahren kann nur annähernde Resultate geben, wobei n rücksichtigen ist, dass die Oberfläche der zu prüfenden Legirung durch Färben und häufig goldreicher gemacht worden ist, dass also, bei Bijouteriearbeiten namentlich, Striche auf dem Probirsteine nicht entscheiden. Bei der Goldprobe durch Kup schmilzt man das goldhaltige Korn, je nach seiner Farbe, mit dem dreifachen, dopp gleichen Gewichte an Silber und mit ungefähr der zehnfachen Menge an Blei zusam treibt dann ab. Nach dem Abtreiben plattet man das silberhaltige Korn aus und di Blech mit Salpetersäure, das zurückbleibende Gold wird ausgewaschen, getrocknet, ge gewogen.

Vergolden. Das Vergolden geschieht entweder durch Blattgold, durch Pla nassem Wege, durch die Feuervergoldung oder auf galvanischem Wege.

Mit Blattgold (geschlagenem Gold) vergoldet man Holz, Stein, Gusseisen u. Blattgold wird dargestellt, indem man feines Gold zuerst in Stangen (Zaine) ausgie dann zu Platten ausschlägt und durch Walzen in Bleche verwandelt. Diese Blech zwischen Pergamentblättern (Pergamentform), darauf zwischen Goldschlägerhäutc äusseren feinen Haut vom Blinddarme des Rindes (Hautform) geschlagen. Die fert plättchen werden in kleine Bücher aus sehr glattem Papier eingelegt, das mit etwas Röthel bestrichen ist, um das Anhaften des Goldes zu verhindern. Der Abfall (Schawi dient zur Darstellung der (echten) Goldbronze (Muschelgold, Malergold). Die mi zu vergoldenden Gegenstände werden zuerst mit einem Gemenge von Bleiweiss und F Leim und Kreide überstrichen und dann mit Blattgold bedeckt. Eiserne und stähler stände werden zuerst mit Salpetersäure behandelt, dann erhitzt, bis sie blau anlauf Blattgold überdeckt.

Talmigold (von Tallois zuerst in den Handel gebracht) ist die Bezeic eine gelbe Kupferlegirung, welche als Blech oder Draht mit Gold plattirt und dann arbeitet wird.

Auf kaltem Wege vergoldet man, indem man feines Gold in Königswasser l Lösung Leinwandläppchen taucht, dieselben trocknet und dann zu Zunder verbrennt. (Goldzunder) enthält fein zertheiltes Gold und Kohle, welche man vermittels eines in getauchten Korkes auf die vorher gereinigte und polirte Oberfläche des zu vergoldende Messings oder Silbers aufreibt.

Feuervergoldung geschieht auf dieselbe Weise wie die Feuerversilberung, an auf die zu vergoldende Fläche mit Hilfe einer Lösung von Quecksilber ersäure ein Goldamalgam aufträgt und den Gegenstand behufs des Abdampfens des ers erhitzt, wobei das Gold als dünne Schicht zurückbleibt. Das angewendete Gold- besteht aus 2 Th. Gold und 1 Th. Quecksilber. Man ertheilt der Vergoldung entweder iren ein glänzendes Ansehen oder man mattirt sie. Soll die Vergoldung die röthliche ler Kupferkaratirung besitzen, so taucht man die Bronzen nach dem Verrauchen des ers in geschmolzenes Glühwachs oder Vergolderwachs (ein Gemenge von Wachs, Bolus, und Alaun) und lässt das Wachs über Kohlenfeuer abbrennen. Hierbei wird das yd des Grünspans zu Kupfer reducirt, das sich mit dem Golde zu rother Karatirung . Stahl und Eisen werden vorher verkupfert.

galvanischen Vergoldung dient meist eine Lösung von Goldchlorid in Cyankalium 53).

Platin.

rkommen[1]). Das Platin findet sich nur gediegen, besonders am Ural, viel weniger erika (Columbia, Peru). In der neueren Zeit hat man auch gediegenes Platin unter d in Californien, im Oregongebirge, in Brasilien, auf Haïti, ferner in Australien und nsel Borneo gefunden, auch im norwegischen Kirchspiele Roeraas, sowie im Sande oflusse im nördlichen Lappland. Am Ural sind es besonders die Serpentinstöcke, n Platinreichthum bedingen; die Chloritschiefer erscheinen als die Träger des Goldes. eide Steine vergesellschaftet sich finden, so findet man in einer Edelmetallseife sowohl uch Platin gemeinschaftlich. Der Uralrücken, welcher reichlich Stöcke von Serpentin der eigentliche Träger der Platinablagerungen. Die Verbreitung des Platins ist durch chen Breitegrade 57° bis 59½° begrenzt. Die Hauptverbreitung des Platins liegt am Abhange des Urals, an einigen Zuflüssen der Tura, welche sich links in den Tobol er- l bei Tobolsk in den Irtys von der linken Seite mündet. Am Westabhange des Urals rhältnissmässig wenig vorhanden.

als Platinerz, gediegen Platin, rohes Platin in dem Handel vorkommenden Erze sind von Platin mit Palladium, Rhodium, Iridium, Osmium, Ruthenium, Eisen, Kupfer und enthalten ausserdem gewöhnlich noch Körner von Osmium-Iridium, Gold, Chromeisen, n, Spinell, Zirkon und Quarz. (Vgl. J. 1896, 235.)

inerze vom Ural (I), Columbien (II), Choco (III), Borneo (IV) und Californien (V) z. B.:

	I	II	III	IV	V
Platin	86,50	84,30	86,16	71,87	57,75
Rhodium	1,15	3,46	2,16	—	2,45
Iridium	—	1,46	1,09	7,92	3,10
Palladium	1,10	1,06	0,35	1,28	0,25
Osmium-Iridium	1,14	—	1,91	8,43	27,65
Osmium	—	1,03	0,97	0,48	0,81
Kupfer	0,45	0,74	0,40	0,43	0,20
Eisen	8,32	5,31	8,03	8,40 (Eisen, Kalk, Quarz)	7,70
Kalk	—	0,12	—		
Quarz	—	0,60	—		

jährliche Ausbeute an Platin beträgt am Ural 2700 bis 4300 k, in Südamerika ı, Brasilien, Peru) etwa 400, auf Borneo 100 k.

Ural geschieht das Verwaschen des platinhaltigen Sandes, welcher in 1 t etwa 4,3 g thält, in geneigten Gerinnen und auf geneigten Herden durch Handarbeit oder nkraft, bei thonigen Geschicken auch in mit Rührwerken versehenen cylindrischen mit Hilfe von Maschinenkraft. Man erhält angereicherte Schliche, welche zum Schluss n geneigten Herde durch Handarbeit concentrirt werden. Die concentrirten Schliche ıerst mit Quecksilber behandelt, um das Gold aus denselben auszuziehen, und gehen Rohplatin in den Handel. Sie enthalten dann 75 bis 85 Proc. reines Platin, ferner

[1]) Das Platin wurde von Anton d'Ulloa in dem goldführenden Sande des Flusses Pinto (Neugranada) in Südamerika entdeckt; es wurde anfänglich für Silber gehalten, bis schwedische Münzdirector Scheffer das Platin als eigenthümliches Metall erkannte. ommen im Ural ist seit 1819 bekannt.

Chromit, eine kleine mit dem Platin legirte Menge von Eisen, Osmium und Iridium i bis zu 5 Proc. und andere Platinmetalle, wie Palladium und Ruthenium. In Russland Rohplatin in Porzellanschüsseln mit Königswasser behandelt. Die so erhaltene Lö zur Trockne gedampft, der Rückstand wird mit Salzsäure aufgenommen, die erhalten wird wieder eingedampft, der Rückstand wird wieder mit Salzsäure behandelt, die Lösu eingedampft und diese Behandlung wird so lange fortgesetzt, bis man eine von Sal vollständig freie Lösung erhält. Die letztere wird nun von dem aus Sand, Chromit, denen Platinmetallen u. s. w. bestehenden Rückstande abfiltirt. Aus der Lösung wir gefässen mit Chlorammonium das Platin als Ammoniumplatinchlorid gefällt, dieses gewaschen, getrocknet, in einer Muffel geglüht, der erhaltene Platinschwamm wird Deville'schen Ofen zusammengeschmolzen. (Vgl. J. 1891.)

Nach Descotil und Hess soll man die Platinerze behufs der Abscheidung d mit der 2- bis 4fachen Menge Zink zusammenschmelzen, die entstehende spröde Masse pu verdünnter Schwefelsäure das Zink und den grössten Theil des Eisens ausziehen, di bleibende Masse erst zur Entfernung von Eisen, Kupfer und Blei mit Salpetersäure und Königswasser behandeln und darauf wie gewöhnlich verfahren.

Nach Deville und Debray schmilzt man das Platinerz mit dem gleichen Gew glanz und etwas Glas und erhält dadurch einen Regulus, auf dessen Grund das Osmiu sich befindet, während auf dem Regulus eine Bleischlacke schwimmt. Der platinhaltig wird hierauf auf dem Treibherde abgetrieben, wobei die fremden Metalle sich verflüch sich in die Herdmasse ziehen, während das zurückbleibende Platin durch Umschmelze tiegeln gefeint wird.

Mylius und Förster (J. 1892) schmelzen das Rohplatin mit 10 Th. Regulus wird in der Wärme mit sehr verdünnter Salpetersäure so lange beha keine Gasentwickelung mehr zu bemerken ist. Es bildet sich eine Lösung ausser etwa 98,4 Proc. des angewendeten Bleies kleine Mengen von Platin, und Eisen, sowie alles Palladium und Kupfer enthält. Es hinterbleibt ein s Metallpulver, welches man abfiltrirt, auswäscht und in der Wärme mit ve Königswasser (2 Vol. Salpetersäure, 8 Vol. conc. Salzsäure und 90 Vol. behandelt. Nach 5- bis 7stündigem Angriff hat das Königswasser das no Blei, sowie das Platin und Rhodium vollständig gelöst, während in grauen eine Legirung zurückbleibt, welche alles Iridium und Ruthenium, sowie ei des Eisens enthält, wenn dies Metall überhaupt in merklicher Menge vorha Aus der Lösung wird das Blei mit Schwefelsäure gefällt, dann das Platin a salmiak. (Vgl. J. 1879, 262.)

Eigenschaften. Das Platin ist ein fast silberweisses, doch etwas ins gehendes glänzendes, hämmer- und streckbares Metall, welches so weich ist, dass e Scheere geschnitten werden kann. Es lässt sich zu fast mikroskopisch feinen Drä ziehen; zu diesem Behufe überzieht man einen Platindraht mit Silber und lässt das St die Drahtstrecke gehen; wenn der Draht möglichst fein ausgezogen ist, behandelt man mit Salpetersäure, welche das Silber löst, das Platin aber unangegriffen lässt. Das spe des gehämmerten Platins ist 21,5. — Platinschwamm und Platinmohr haben schaft, Gase in ausserordentlich bedeutender Menge in ihren Poren aufzunehmen; kon Wasserstoffgas mit diesen Stoffen zusammen, so verbindet sich derselbe mit dem Sauer Mitwirkung des Platins zu Wasser. Diese Verbindung geht aber unter so grosser Wärme lung vor sich, dass das Platin ins Glühen kommt und der darauf geleitete Wasserstoff wird (Döbereiner'sches Wasserstofffeuerzeug). — Der Platinmohr ist höchst theiltes Platin, welches man entweder darstellt, indem man schwefelsaures Platin m saurem Natrium und Zucker kocht, wodurch der Platinmohr als schwarzes Pulver fällt, oder indem man Zink mit Platin zusammenschmilzt und die Legirung mit v Schwefelsäure behandelt. Der Platinmohr besitzt die Eigenschaft, Sauerstoff zu in noch höherem Grade als der Platinschwamm; er dient zur Erzeugung von Alkohol, besonders aber für Schwefelsäureanhydrit (s. d.).

Das gehämmerte Platin kann durch Austreiben oder auch durch Schm Giessen verarbeitet werden. Es dient zur Anfertigung vieler Apparate, welche du Temperatur und die meisten Stoffe nicht angegriffen werden, nichtsdestoweniger ab grössten Vorsicht zu behandeln und namentlich vor der Berührung mit ätzenden schmelzendem Salpeter, freiem Chlor (Königswasser), Schwefel (Schwefellebern), geschmolzenen Metallen und leicht reducirbaren Metalloxyden zu hüten sind.

reines Platin für Tiegel u. dgl. zu weich ist, verwendet man hierzu haltiges. Platintiegel von Heräus z. B.:

Pt	96,90
Ir	2,56
Rh	0,20
Pd	Spur
Ru	0,02
Fe	0,20

n fertigt aus dem Platin Bleche, Drähte, Tiegel, Löffel, Löthrohrspitzen, Blitzableiter-Retorten, Zangen, Kessel für Affinirwerkstätten und Schwefelsäurefabriken; man benutzt zur Herstellung galvanischer Elemente, zu Galanteriewaaren, zu Glühlampen und zum nen von Kupferschalen, Porzellan, Steingut und Glas. Die Aichmaasse bestehen n. Platin und 10 Th. Iridium. In Russland hat man seit dem Jahre 1828 Platin zu und zwar zu Drei-, Sechs- und Zwölfrubelstücken ausgeprägt, 1845 ist aber die Aus- von Platinmünzen (die im Ganzen 14 250 k ausmachte) eingestellt und sind die um- zurückgezogen worden.

Zinn.

rkommen. Das Zinn gehört zu den selteneren Metallen [1]). Es findet sich in der gediegen, sondern oxydirt als Zinnstein, Stannit, Cassiterit, SnO_2, und als Schwefel- anderen Schwefelmetallen verbunden in Zinnkies, $Fe_2SnS_4 . (Cu_2)_2SnS_4$, vor. Die der Zinnerzförderung sind Cornwall und die malayische Halbinsel (Straits), die Inseln d Billiton und die australischen Colonien (Neu-Süd-Wales, Queensland und Tasmanien). sche Erzgebirge, namentlich auf sächsischer, weniger auf böhmischer Seite, steht in inie, geringe Mengen werden in Russland, Peru, Bolivia und Japan gewonnen, und Durango), sowie die Vereinigten Staaten stehen erst am Anfange einer nennenswerthen g.

nstein, so wie er sich als Bergzinnerz im Granit, Syenit, Glimmerschiefer, Porphyr oder auf secundärer Lagerstätte, den sog. Zinnseifen (Ablagerungen von ver- rtigen Geröllen) als Seifen- oder Stromzinn (Holzzinn, Cornish-Zinn, Waschzinn, , Barilla) findet, enthält ausser Zinnoxyd Schwefel, Arsen, Zink, Eisen, Kupfer und etalle. Doch kommt der Zinnstein im Sande der Flüsse zuweilen als fast reine Zinn- . Bergzinnerz wird zuerst durch Pochen und Schlämmen von der anhängenden Bergart Rösten vom Schwefel, Arsen und Antimon befreit [2]).

Reduction des Zinnoxydes geschieht in Schachtöfen oder in Flamm-

Schachtöfen haben einen runden, quadratischen oder oblongen Querschnitt iger Höhe, sind seltener Zugöfen, meist ein- bis dreiförmig; bei Verwendung lireicheren Holzkohlen statt Koks scheint in den kühleren Ofenzonen Cyan- in kräftiges Reductionsmittel zu sein, in tieferen Ofengegenden dagegen sind nstoff und Kohlenoxyd. Die Schlacke besteht hauptsächlich aus Silicaten n und anderen anwesenden Basen, zuweilen mit Titanaten und Wolframaten, t eingemengtem und verschlacktem Zinn. So lange die Schlacken eine be- ne Menge verschlacktes Zinn enthalten, wird eine Reduction von metallischem

---

[1]) Vgl. E. Reyer: Zinn (Berlin 1881). Das Wort Zinn wird von dem altsächsischen eitet, offenbar eine Corruption aus stan, der Ableitung des lateinischen stannum. sen verwandten es schon 2000 Jahre v. Chr. und die Phönicier holten es 1000 Jahre n den Zinninseln (Plin. 34. 47). Die Zinngruben in Sachsen wurden 1240 aufgefunden. 0 schickte England Techniker mit dem Auftrage nach Deutschland, sich Kenntniss in innung zu verschaffen. Bei der Rückkehr nahm man deutsche Arbeiter mit, und die bauten demnächst ihre erste Verzinnungsanstalt in Dean Forest. Die Schmelzarbeiten amals sämmtlich mittels Holz oder Holzkohle vorgenommen, und erst im J. 1680 ryce oder Beecher die Steinkohlenfeuerung auf.

[2]) . 1880, 196; 1883, 228; 1885, 171; 1887, 465; 1889, 333.

Eisen verhütet, indem sich Zinnsilicat mit metallischem Eisen in Eisensil
metallisches Zinn umsetzt.

Nach dem zu Altenberg (im sächsischen Erzgebirge) gebräuchlichen V
wird das geröstete Zinnerz im Schachtofen (Fig. 259 und 260), von etwa 3 r
dessen Wände aus Granit auf einem Mauerwerke von Gneiss ruhen, verschmolz

Fig. 259.

Fig. 260.

Bodenstein D besteht aus einem Stück
muldenförmig ausgehauen, der Vorherd
durch eine Stichöffnung mit einem eiserne
in Verbindung; bei o mündet die Düse
bläses in den Schacht. Das Erz w
Kohlen in den Schacht A geschichtet; d
cirte Zinn sammelt sich auf dem Vorherd B, von welchem es in den
fliesst. Das reine Zinn schmilzt zuerst, fliesst durch die Kohlen und sam
auf dem Stichherde an, während eine strengflüssige Legirung (Dörner) von Z
Eisen u. s. w. zurückbleibt. Man schmilzt Erze mit 60 bis 65 Proc. Z
25 bis 50, durchschnittlich 30 Proc. Schlacken vom vorhergehenden Schmel
6 bis 7 Proc. Saigerdörnen und anderen Zwischenproducten. Man setzt in 24
1600 k Erz und bis 800 k Schlacken durch; zur Zeit erfolgen 450 bis 600 k
24 Stunden mit 900 k Holzkohle für 1 t Zinn. Die durch Verschmelzen der S
erhaltenen Härtlinge werden nach Tostedt bei Hamburg verkauft, wo sie mit
Erzen verschmolzen werden. Unraffinirtes Zinn enthielt 94,5 bis 95,3 Sn,
3,6 Cu, 0,7 bis 1,9 Fe, durch Saigern raffinirtes 99,93 Sn, 0,06 Fe, Spuren
Saigerdörner 59,09 Sn, 9,24 Fe, 3,35 Wo, 11,80 Cu, Kieselsäure und S
8,47, beigemengte Kohle und Sauerstoff in Verbindung mit Metallen 8,05 Proc.
schlacken mit 10 bis 12 Proc. Zinnoxyd geben nach dem Umschmelzen S
mit 5 bis 7, nach noch ein- bis zweimaligem Umschmelzen mit 3 Proc. Zinnox

Das alte chinesische Schmelzverfahren, welches im malayischen Arch
sonders auf Banko üblich war, ist seit 1870 von Vlaanderen wesentlich ve
Die den sächsischen ähnlichen Oefen sind mit Windgebläsen versehen. Das e
Zinn wird durch Saigern gereinigt.

Die Flammöfen (Fig. 261) in Cornwall haben einen etwa 4 m langen
weiten Herd A, auf welchem der mit Anthracitklein gemengte Zinnstein d
Arbeitsöffnung B eingetragen und durch die Oeffnung C ausgebreitet wird. D
waller Erze enthalten nach sorgfältiger Aufbereitung 62 bis 65 Proc.
(= 79 bis 82 SnO_2) mit kieseliger Substanz, 5 bis 6 Proc. Eisenoxyd und
Mengen Wolfram und anderen Unreinigkeiten; die bolivianischen Erze entha
72 Proc. Metall (= 92 SnO_2), 5 bis 6 Proc. kieselige Substanz, 1 bis 3 Proc
oxyd u. a. Das Erz wird mit 15 bis 20 Proc. magerer Kohle, wenig gelöschte

oder Zwischenproducten vorhergehender Operationen und zuweilen mit etwas
ih gemengt und mit Wasser befeuchtet. Bei lutirten Arbeitsthüren wird die
Stunden lang stark befeuert, durchgekrählt, wieder stark gefeuert, das Durch-
in Zwischenräumen wiederholt, bis die
ung bei der Temperatur von schmel-
oheisen nach 5 bis 7 Stunden beendigt
ch mehrmaligem Durchkrählen lässt
die Masse ruhig setzen und zieht die
durch die Arbeitsthür ab; ist sie zu
ig, so wird sie durch einige Schaufeln
le angesteift *(pulled slag)*. Die obere
nschicht, etwa $^2/_3$ des Ganzen, wird
ch als rein angesehen und weggethan,
nde Schicht mit Zinnkörnern wird zer-
und verwaschen und mit anderen Abgängen wieder verschmolzen. Während des
ns ist der Stich durch einen Eisenstab verschlossen und nachdem so viel
als möglich vom Bade abgezogen, wird der Stich geöffnet, das Zinn in den am
ndlichen, mit Thon ausgekleideten Eisenherd abgelassen, Schlacke abgezogen,
ll einige Stunden stehen gelassen und sodann in Formen ausgeschöpft. Auf 1 t
aucht man 1 t Kohlen.

Fig. 261.

Raffination wird das Zinn bei niedriger Temperatur im Erzofen oder in
eineren Flammofen eingeschmolzen, wo dann dasselbe, strengflüssige Unreinig-
urücklassend, durch den Stich continuirlich in den Raffinirkessel abfliesst,
i bis 7 t hält. Der Stich wird dann geschlossen, das Feuer verstärkt und das
nde unreinere Zinn in einen anderen Kessel abgelassen und besonders raffinirt.
kstand vom Saigern geht ins Schlackenschmelzen oder wird abgesetzt. Nach
häumen des Zinns im Raffinirkessel wird in dasselbe ein an dem Ende einer
cht beschwerten Eisenstange befestigtes Gestell eingetaucht, welches ein Bündel
olz umfängt, wobei die Eisenstange an einer über eine Rolle laufenden Kette
Das Einschmelzen des Zinns dauert 1 bis 2 Stunden, das Raffiniren (Polen)
rkem Aufkochen, wobei die Unreinigkeiten oxydirt werden, etwa 3 Stunden.
n Abziehen der Krätzen wird das Zinn in Formen ausgeschöpft, wobei die
ortion am reinsten ist *(refined tin)*, die nächste noch für manche Zwecke, z. B.
olie, nutzbar ist (Blockzinn), und der nicht verkäufliche Rückstand wieder
vird.

grössten Zinnwerke der Welt sind in den letzten Jahren auf der kleinen Insel
i, die einen Theil des fast ganz von Land umschlossenen Hafens von Singapore bildet,
und in Betrieb gesetzt worden. Die Erze, von Selangor und Perak angeliefert, werden
möfen von je 4 t Einsatz verhüttet, deren das Werk 14 besitzt. Die monatliche Er-
on raffinirtem Zinn beträgt 1200 t. Das Verfahren der Verhüttung besteht im Rösten
in ihrem Verschmelzen auf Zinn (ore metal) und eine reiche Schlacke in Flammöfen,
melzen der reichen Schlacke auf Rohzinn (rough metal) und arme Schlacke in Flamm-
er Gewinnung von Zinn aus der armen Schlacke in Flammöfen und im Raffiniren des
aus Erzen und Schlacken erhaltenen Zinns. Eine Röstung mit darauf folgendem
en der Erze findet nur bei Mispickel, Pyrit und Kupferkies enthaltenden Erzen statt,
emente, welche die Eigenschaften des Zinns nachtheilig beeinflussen, nach Möglichkeit
hmelzarbeit zu entfernen. Es sind dies besonders Arsen, Schwefel und Kupfer. Die
Mengen dieser Elemente reichen hin, um das Zinn zu den meisten Verwendungen
r Herstellung von geringem Löthzinn) untauglich zu machen. Arsen und Schwefel
durch wiederholtes Rösten der Erze und Verwaschen des Röstgutes entfernen. Das
cht man durch Verwitternlassen der Erze nach Möglichkeit in Sulfat überzuführen und
n durch Wasser auszulaugen. Die Röstung wird in Muffelöfen ausgeführt. — Das
zen der Erze auf Zinn und reiche Schlacke wird in grossen Flammöfen vorgenommen,

unter denen ein zum Theil mit Wasser gefülltes Gewölbe angebracht ist, um das durch
des Ofens durchsickernde Zinn in Gestalt von Granalien aufzunehmen. Der Herd ist a
festen Steinen hergestellt, über denen eine Lage Thon angebracht ist. Er ist 4,88 m
der Mitte 2,97 m und an der Feuerbrücke 1,83 m breit. Die Rostfeuerung ist je nac
schaffenheit der Steinkohle 1,83 bis 2,05 m lang und 1,22 bis 1,37 m breit. Die Höh
Rostfläche bis zum Gewölbe beträgt 0,76 m. Das Erz wird mit 13 bis 15 Proc. mage
kohle oder Anthracit und 3 Proc. Krätzen vom Raffiniren des Zinns beschickt. Der E
den Ofen beträgt 4 t; seine Verarbeitung nimmt $7^1/_2$ Stunden in Anspruch. Das ge
Zinn, welches 99,5 Proc. reines Metall enthält, wird raffinirt. In der Schlacke sin
40 Proc. Zinn vorhanden. Eine Analyse ergab 35 Proc. Zinn, 15 Proc. Silicium,
Aluminium, 9 Proc. Eisen, sowie nicht bestimmte Mengen von Magnesium, Titan, Cal
Mangan. Das Verschmelzen der reichen Schlacke auf Rohzinn und arme Schlacke is
einigtes reducirendes und niederschlagendes Schmelzen. Das in der Schlacke als Si
haltene Zinn wird durch Eisen ausgeschieden, indem sich Zinnsilicat und Eisen in der
hitze in Eisensilicat und Zinn umsetzen. Die Schlacke wird mit Eisen, Kalkstein,
krätze und Anthracit beschickt. Als die beste Zusammensetzung der Beschickung
nachstehende ermittelt: 30 Th. Schlacke, 12 Th. Raffinirkrätze (aus Zinnoxyd und E
bestehend), 2,75 Th. Eisen, 6 Th. Anthracit (Culm), 2,4 Th. Kalkstein. Die Oefen
dieselbe Einrichtung wie die Oefen zum Verschmelzen der Erze. Der Schmelzproce
7 Stunden; man erhält Rohzinn (rough metal) und arme Schlacke. Das erstere enthält
Zinn, der Rest ist hauptsächlich Eisen. Die Schlacke enthält gegen 60 Proc. Kie
2,5 Proc. Zinn als Silicat und bis 10 Proc. Zinn in der Form von Körnern. Aus d
Schlacke wird das Zinn gewonnen, indem sie mit einer geringen Menge von Kohle und
in Flammöfen umgeschmolzen wird. Hierbei setzen sich die Zinnkörner (prills) z
während das verschlackte Zinn zum Theil reducirt wird und sich mit den Körnern v
Die durchschnittliche Zusammensetzung der Beschickung ist: 40 Th. arme Schlacke
Kohle (Culm) und 2,5 Th. Kalkstein. Das Verschmelzen eines Einsatzes dauert 5 bis 6
Man gewinnt unreines Zinn und eine Schlacke, welche abgesetzt wird. Das unreine Zin
80,5 Proc. Zinn und 19,5 Proc. Eisen, die Schlacke im Durchschnitt noch 5 Proc. Zinn
beim Schlackenschmelzen erzeugte Zinn wird zweimal raffinirt, während das b
schmelzen der Erze gewonnene nur einmal raffinirt wird. Das erste Raffiniren des S
zinns wird im Erzschmelzofen vorgenommen. Man erhält hierbei ein Zinn mit 95 Proc
Metall, sowie Krätze mit 65 Proc. Zinn und 25,5 Proc. Eisen. Die Krätze wird bei
arbeitung der Schlacken zugefügt. — Zum zweiten Raffiniren des Schlackenzinns
Raffiniren des Zinns vom Erzschmelzen dient der Saigerflammofen. Hierbei e
Saigerdörner mit 65 Proc. Zinn und 11,5 Proc. Eisen (von den Metallen ist eine betr
Menge als Oxyde vorhanden) und raffinirtes Zinn. Aus 100 Th. unreinem Zinn erh
96,5 Th. raffinirtes Zinn und 4,5 bis 5 Th. Saigerdörner. Das ausgesaigerte Zinn wird
eiserne Kessel abgestochen, aus denen man es mit Löffeln ausschöpft und in einem
Strahle in einen zweiten, 1,25 m tiefer liegenden Kessel hinabfallen lässt (tossing). Is
noch nicht hinreichend rein, so wird es in diesem zweiten Kessel gepolt. Die Zu
setzung des raffinirten Zinns ist: 99,76 Proc. Zinn, 0,07 Proc. Antimon, 0,02 Proc. Blei, 0
Eisen. Kupfer, Arsen und Schwefel sind nicht darin vorhanden. Das aus 100 Th. Erz ge
Zinn vertheilt sich auf die verschiedenen Erzeugnisse wie folgt: Metall vom Erzschmel
metal) 58 Th. mit 57,7 Th. Zinn; Metall vom Verschmelzen der reichen Schlacke (roug
9 Th. mit 8,6 Th. Zinn; Metall vom Verschmelzen der armen Schlacken (rough metal fr
2 Th. mit 1,6 Th. Zinn; zusammen 67,9 Th. In der Schlacke verbleiben als Verlust
Zinn. (J. 1898.)

In Tostedt bei Hamburg werden von Robertson und Bense bolivianische I
aller Art zinnhaltigen Abfällen in zwei Flammöfen verschmolzen [1]).

Die Gesammtproduction an Zinn beträgt jährlich etwa 82 000 t. Davo
Deutschland 900 t, Cornwall 5 bis 9000 t, Australien etwa 9000 t, Banca 9000 t, Billit
6000 t, Straits 45 000 t, Bolivia 4000 t. China soll 10 bis 20 000 t Zinn gewinnen,
eigenen Gebrauch.

Eigenschaften. Das Zinn besitzt eine silberweisse Farbe mit einem gering
ins Bläuliche, verbunden mit vollkommenem Metallglanze. Nächst dem Blei ist das Z
weichste der Metalle, doch besitzt es schon so viel Härte, dass eine frei schwebende Zi
beim Anschlagen einen Klang hören lässt. Beim Biegen knirscht es um so stärker, je
ist. Das Zinn ist sehr geschmeidig und lässt sich zu dünnen Blättern ausstrecken. Bein
ertheilt das Zinn den Fingern einen eigenthümlichen und lange anhaftenden Geruch. D

---

1) Vgl. Schnabel: Metallhüttenkunde, 2, S. 414.

des reinen Zinns ist 7,28, welches durch Hämmern und Walzen bis auf 7,29 erhöht ann. Bis fast auf den Schmelzpunkt erhitzt, wird das Zinn spröde und lässt sich durch chläge zertheilen. Dient das Zinn zu Gusswaaren, so hängen Glanz und Festigkeit Temperatur des geschmolzenen Zinns im Augenblicke des Ausgiessens ab; war es so tzt, dass die Oberfläche des Metalles Regenbogenfarben zeigte, so erscheint es nach rren auf der Oberfläche gestreift und rothbrüchig; war es dagegen zu wenig erhitzt, auch nach dem Erstarren matt und kaltbrüchig. Bei starker Weissglühhitze beginnt zu sieden und sich langsam zu verflüchtigen. Das geschmolzene Zinn bedeckt sich an mit einer grauen, aus Zinnoxydul und metallischem Zinn bestehenden Haut, Zinn-genannt. Durch fortgesetztes Schmelzen bei Luftzutritt verwandelt sich das Zinn in eisses Zinnoxyd (Zinnasche). An der Luft büsst das Zinn nach und nach seinen .

wendung. Man verwendet das Zinn zu Geschirren zum Haus- und Tischgebrauch, irhelmen, Kühlapparaten und Röhren, zu Kesseln für Färber und Laboratorien u. dgl. alzen und Schlagen unter dem Stanniolhammer stellt man die Zinnfolie (Stanniol) welcher die stärkere Sorte (Spiegelfolie) zum Belegen der Spiegelplatten, die zum Ausfüttern von Büchsen, Kästen, zum Einwickeln von Chokolade, Seife, Käse enutzt wird. Das Schlagsilber oder unechte Blattsilber (Silberschaum) ist etwas Zink versetzt und in dünne Blättchen ausgeschlagen. In Verbindung mit Blei Zinn zu Zinngeschirren verarbeitet, weil diese Legirungen härter sind als jeder der eile für sich und daher der Abnutzung besser widerstehen [1]). Eine Legirung von Zinn eisst 2pfündig, wenn sie auf 1 Pfd. Zinn 1 Pfd. Blei enthält, 3pfündig, wenn sie auf nn 1 Pfd. Blei enthält u. s. f. Zinn mit kleinen Mengen Kupfer, Antimon und Wis-rt, bildet das häufig zu Löffeln u. s. w. verarbeitete Compositionsmetall. Das niametall, welches zu Löffeln, Leuchtern, Zuckerdosen, Kaffee- und Theekannen nwendung findet, besteht aus 90 Th. Zinn und 10 Th. Antimon. Gewöhnlich enthält nniametall kleine Mengen (0,09 bis 0,8 Proc.) Kupfer, häufig auch 1 bis 3 Proc. Zink nem Falle fanden sich in englischer Legirung nicht unbeträchtliche Mengen (0,83 Proc.) Die Britanniawaaren werden häufig galvanisch versilbert.

rzinnen. Die zu verzinnenden Gegenstände werden vorher durch Scheuern, Ab-oder durch saure Beizen gereinigt. Die Oxydation des aufgetragenen Zinns wird durch ium und Salmiak vermindert, welche beide das entstandene Oxyd augenblicklich wieder . — Die Verzinnung des Kupfers und Schmiedeisens geht leicht vor sich, indem zu verzinnende Gefäss fast bis zum Schmelzpunkt des Zinns erhitzt, geschmolzenes uf schüttet und das Metall vermittels eines Büschels Werg, der mit etwas Salmiak be-rden ist, auf die Oberfläche des Kupfers durch Reiben vertheilt. Gegenstände von g, wie Stecknadeln, werden behufs des Verzinnens in einem verzinnten Kessel mit ern (Weisssud oder Zinnsud), und mit einer Lösung von saurem weinsaurem Kali einige lang gekocht. Die verzinnten Gegenstände werden mit Kleie oder mit Sägespänen ab- — Um Eisenblech zu verzinnen, werden die Bleche mit Schwefelsäure oder Salz-beizt, darauf in schmelzenden Talg und dann in geschmolzenes Zinn eingetaucht. Nach-Bleche hinreichend mit Zinn überzogen sind, werden sie aus dem Zinnbade entfernt, von igem Zinn befreit und mit Kleie gereinigt (J. 1889, 343).

Abfälle des Weissbleches, welche 4 bis 8 Proc. Zinn enthalten, werden ge-entzinnt und als Schmiedeisenabfälle verwerthet oder auf Eisenvitriol verarbeitet. Die ng geschieht dadurch, dass man die Abfälle mit Salpetersäure und Salzsäure behandelt der Lösung das Zinn mittels Zink ausfällt. Beim Kochen der Abfälle mit Schwefel und det sich Natriumsulfostannat (J. 1894) [2]). — Besser noch werden die Blechabfälle als verdünnte Schwefelsäure oder auch in Natronlauge gehängt; das Zinn wird auf Kupfer-welche mit dem negativen Pole verbunden sind, niedergeschlagen und lässt sich als heben.

nn man verzinntes Blech mit Säuren ätzt, so geschieht es häufig, dass sich auf der Ober-s Zinns perlmutterartig glänzende Zeichnungen zeigen, die davon herrühren, dass das schnellem Erkalten krystallisirt. Durch Behandeln des Bleches mit Säuren, am besten m Gemenge von 2 Th. Salzsäure, 1 Th. Salpetersäure und 3 Th. Wasser werden die nischen Stellen blossgelegt, die, durch die ungleiche Reflexion des Lichtes, mattere und

---

Verhalten des bleihaltigen Zinns gegen Säuren J. 1879, 196; 1883, 223; 1887, 467. betr. den Verkehr mit blei- und zinkhaltigen Gegenständen s. J. 1887, 466.

Sonstige Vorschläge: J. 1883, 230; 1884, 250; 1885, 173; 1887, 477; 1889, 336; 6; 1892, 271; 1896, 241.

lichtere Stellen zeigen. Auch durch längere Zeit fortgesetzte Einwirkung von gesch Stearinsäure (Palmitinsäure) lassen sich die Krystallflächen erzeugen. Man nennt solch gemort oder geflammt *(moiré métallique)*.

Wismuth.

Vorkommen. Das Wismuth findet sich hauptsächlich bei Schneeberg im säc Erzgebirge, ferner in Peru, Chile und in Australien, meist gediegen auf Kobalt- un gängen im Granit, Gneiss, Glimmerschiefer, und im Uebergangs- und Kupferschiefe Ausserdem kommt es oxydirt vor als Wismuthocker, Bi_2O_3, mit Schwefel verbu Wismuthglanz, Bi_2S_3, und als Wismuthkupfererz (mit 49,24 Proc. Wismuth).

Das meiste Wismuth liefern die sächsischen Blaufarbenwerke Oberschlema und stiel, in deren Besitz sich die grossen Wismuthfundstätten zu Schneeberg befinden. — In Zeit schied man das Wismuth durch Aussaigerung aus seinen Erzen ab, indem man geneigt liegenden gusseisernen Röhren erhitzte, wobei das Wismuth sich verflüssigte floss. Auf diese Weise gewann man natürlich nur den Theil Wismuth, welcher in ge Zustande im Erze enthalten war, und auch diesen bei weitem nicht vollständig. Der Re Nebenproduct bei der Verschmelzung der kobaltreichen Saigerrückstände auf Smaltegla das Wismuth sich unter der entstehenden Kobaltspeise ansammelte und wiederum durc rung von dieser getrennt wurde. Das unvollkommene Verfahren der Erzsaigerung jedoch verlassen.

Auf den sächsischen Blaufarbenwerken kommen nach Cl. Winkler z sämmtliche Wismuth- und Wismuth-Kobalterze direct zur Verhüttung, nachd sie einem Röstprocess unterworfen hat, und werden in den Häfen der Smalte einfach unter Kohle-, Eisen- und Schlackenzuschlag eingeschmolzen. Das r Metall scheidet sich dabei unter der Schlacke in zwei scharfgetrennten Schich die obere besteht aus Kobaltspeise (Arsenkobalt mit Arsennickel und Arseneis untere aus Wismuth. Da der Schmelzpunkt des Wismuth ein sehr niedriger sticht man dasselbe in flüssigem Zustande ab, sobald die darüber liegende Speise erstarrt ist.

Dieses Rohwismuth ist ziemlich rein und enthält nur geringe Mengen Eisen, Nickel, Blei, Silber, Schwefel und Arsen (vgl. J. 1881, 121). Der Läuterungsp besteht darin, dass man auf einer schwach geneigten Eisenplatte ein Holzfeuer entzündet Rohwismuthbrote langsam darin niederschmelzen lässt. Es fliesst dann ein fast reines W ab, während die fremden Beimengungen als Gekrätz auf der Eisenplatte zurückbleib Arsen aber zur Verflüchtigung gelangt. Das in einer erwärmten eisernen Schüssel aufge Raffinatwismuth wird hierauf in halbkugelförmige eiserne Formen ausgekellt, die in das Wappen der sächsischen Werke tragen, welches sich im Wismuthbrote abformt. Wismuthbrote haben ein Gewicht von 10 bis 12 k und bilden die fertige Handelswaare.

Nach Matthey (J. 1893) wird das Wismuth zur Entfernung von Arsen über Schmelzpunkt (etwa 500°) erhitzt und fortwährend gerührt, wobei das Arsen als Arsen entweicht. Wird Wismuth 6 bis 8 Stunden bei 350 bis 450° zeitweilig mit einem tr Holzstabe umgerührt, so scheidet sich das Antimon als Oxyd an der Oberfläche ab. Ar Antimon sollen durch dieses einfache Verfahren völlig entfernt werden können.

Auch aus der Glätte und der Testasche vom Silberfeinbrennen stellt man in F auf nassem Wege Wismuth dar, indem man namentlich die Testasche mit verdünnter Sa auszieht; aus der Flüssigkeit fällt man durch Wasser basisches Chlorwismuth, nach dem Trocknen durch Schmelzen mit Soda, Kohle und Glas in eisernen Tiegeln cirt wird [1]).

Eigenschaften. Wismuth ist ein röthlich-weisses Metall, von starkem Glanz, blättrigem Gefüge, Härte und solcher Sprödigkeit, dass es gepulvert werden kann. B sichtigem Hämmern ist es jedoch etwas dehnbar.

Die Zusammensetzung von sächsischem (I), von peruanischem (II) und von australische Wismuth ist z. B.:

---

1) Die sächsischen Blaufarbenwerke liefern jährlich etwa 180 hk, Freiberg 25 hk, J georgenstadt 15 hk, Altenberg 5 hk und England aus überseeischen Erzen 25 hk Wismuth.

	(I)	(II)	(III)
Wismuth	99,77	93,372	94,103
Antimon	—	4,570	2,621
Arsen	—	—	0,290
Kupfer	0,08	2,058	1,944
Silber	0,05	—	—
Schwefel	0,01	—	0,430
	99,91	100,000	99,388

vendung. Man benutzt das Wismuth zu Legirungen, als Oxyd mit Borsäure und e geschmolzen zu optischen Gläsern, zu Porzellanlüsterfarben, und als basisch salpeter-smuthoxyd zu weisser Schminke *(Blanc de fard)* und zu medicinischen Zwecken. Legirungen des Wismuths sind die mit Blei, Zinn und Cadmium (s. d.) die wich-Newton's leichtflüssige Legirung besteht aus 8 Th. Wismuth, 3 Th. Zinn und 5 Th. chmilzt bei 94,5°. Rose's Metall besteht aus 2 Th. Wismuth, 1 Th. Blei und 1 Th. chmilzt bei 93,75°. Ein geringer Zusatz von Cadmium macht diese Legirungen noch ger. Eine Legirung von 3 Th. Blei, 2 Th. Zinn und 5 Th. Wismuth, deren Schmelz-91,6° liegt, eignet sich zum Abklatschen (Clichiren) von Holzschnitten, Druckformen, n u. s. w.

Antimon.

kommen. Das Antimon[1]) kommt am häufigsten mit Schwefel verbunden als essglanzerz oder Antimonglanz, Sb_2S_3 (Stibnit), der auf Lagern und Gängen und im krystallinischen Schiefer- und Uebergangsgebirge bricht, vor. Auch findet ntimon als Antimonoxyd, Sb_2O_3, in den beiden Mineralien Valentinit (rhombisch) rmontit (tesseral); letzteres kommt in grosser Menge bei Constantine (in Algerien) rneo vor.

vinnung. Man gewinnt das Antimon, indem man das Grauspiessglanzerz zt und das Schwefelantimon hierauf entschwefelt. Das Ausschmelzen ge- einigen Gegenden in Tiegeln *b*), deren Böden durchlöchert sind e auf kleineren Tiegeln *c* stehen, erum von heissem Sand oder Asche ind. Rascher lässt sich die Aus-ng des Schwefelantimons lligen, wenn man das Antimonerz neigten Herd eines Flammofens l dafür sorgt, dass das aus den ssaigernde Schwefelantimon von en Punkte des Herdes durch eine h einem ausserhalb des Ofens be-Behälter fliesst.

Fig. 262.

Gewinnung des Antimons r Röstarbeit wird das Schwefel-uf der Sohle eines Flammofens unter beständigem Umrühren geröstet, bis es ten Theil in antimonsaures Antimonoxyd übergeführt worden ist. Das ge-oduct, die Spiessglanzasche, wird in Tiegeln reducirt. Zur Reduction on Erhitzen allein genügen, da das Röstgut immer unzersetztes Schwefel-nthält: $3\,Sb_2O_4 + 2\,Sb_2S_3 = 10\,Sb + 6\,SO_2$; da sich aber Antimonoxyd en würde, wenn man keine Decke anwendete, so vermischt man die Spiess- mit rohem Weinstein oder Kohle und Soda. Man lässt den Regulus langsam

---

[1]) s natürlich vorkommende Schwefelantimon war schon in den ältesten Zeiten bekannt. wurde von Basilius Valentinus im 15. Jahrh. hergestellt.

unter der Schlackendecke erstarren, damit er jene sternförmige krystallinisc
fläche erhalte, welche man im Handel begehrt (vgl. J. 1884, 235).

Oder man entfernt den Schwefel aus dem Schwefelantimon durch ein N
schlagsmittel (Eisen, Eisenschwamm). 100 Th. Schwefelantimon, 42 Th.
eisen, 10 Th. calcinirtes Natriumsulfat und 3,2 Th. Kohle haben sich als
Verhältniss bewährt. Um zugleich einen arsenfreien Regulus zu erlangen, sch
16 Th. des so erhaltenen Antimons, den man, wenn er noch nicht eisenhaltig
mit 2 Th. Schwefeleisen versetzen kann, mit 1 Th. Schwefelantimon und 2 Th.
Soda zusammen und erhält die Masse eine Stunde lang im Fluss. Den Regulu
man ein zweites Mal mit 1,5 Th. und ein drittes Mal mit 1 Th. Soda, bis die
hellgelb ist. Zur Abscheidung des Arsens scheint die Gegenwart von Schw
Bedingung zu sein, indem, wie man annimmt, eine dem Arsenkies (FeS_2 —
ähnlich zusammengesetzte Verbindung entsteht (J. 1883, 207).

In England verwendet man zur Verarbeitung von Stibnit einen 16,5 m langen
breiten Ofen. Die Ofensohle liegt etwas tiefer als die Hüttensohle, so dass das flache
welches Feuerungen und Heizraum bedeckt, sich nur wenig über das Pflaster des Arb
erhebt. An jedem Ende dieses langen kanalartigen Ofens befindet sich eine Feueru
Heizgase nach Umspülung der Tiegel durch Oeffnungen in der kurzen Mittellinie der
in den unterirdischen Fuchs entweichen. Seitenwände und Gewölbe des Ofens sind
dicken Gusseisenplatten bedeckt und in geeigneter Weise verankert; auch ist die Hi
welche im übrigen mit Steinpflaster versehen ist, an beiden Längsseiten in einer Brei
mit Gusseisenplatten belegt. — In dem Ofengewölbe und natürlich auch in der
bedeckung sind 42 Oeffnungen (360 mm weit) ausgespart, welche zum Einsetzen der
tiegel dienen sollen. Diese „Topflöcher“ sind gewöhnlich mit in Eisenreifen eing
Scharmottedeckeln verschlossen. Die Tiegel haben eine Höhe von 30 cm und ein
Durchmesser von 28 cm (Aussenmaasse); sie bestehen aus einer Mischung von Sourb
Hexham-Thon und Graphit. Von den 42 Tiegelplätzen werden die den Feuerunge
gelegenen Paare zum „Sternen“, dem Raffiniren des Rohmetalles benutzt, währe
anderen Stellen das erste und zweite Schmelzen vorgenommen wird. Die erste Be
besteht für jeden Tiegel aus 19 k Erz, 7,2 k Schmiedeisenabfällen, 1,8 k Salz und 0,5
von der zweiten Schmelzung. Diese Zahlen gelten für ein Erz von 52 Proc. Metallg
andere Verhältnisse müssen sie entsprechend geändert werden. Das Eisen der Be
sollte Schmiedeisen sein; Gusseisen eignet sich weniger gut als Zuschlag. Man be
mit Vorliebe Weissblechabfälle, durch welche ein weisseres Antimonmetall erzielt w
Die Weissblechabfälle werden zu Bällen zusammengehämmert, welche natürlich nu
sein dürfen, dass sie noch bequem in die Tiegel, und zwar oben auf die Beschick
werden können. Solch ein Ball wiegt aber höchstens 6 k; das fehlende Eisen wir
Form von Dreh- oder Bohrspänen der Beschickung zugemischt. Die gemischte Be
wird durch einen eisernen Trichter in den Tiegel eingeschüttet; ist Weissblech zur E
der Ball oben auf die Mischung gedrückt und während der Schmelzoperation, we
mittels eines eisernen Stabes hinuntergestossen. — Durchschnittlich kann man in 12
einem Tiegel 4 Schmelzen fertig bringen. Nach Beendigung einer jeden Schmelz
Tiegel gehoben und sein Inhalt in eine bereit stehende Form ausgekippt. Der entle
wird, wenn er noch brauchbar ist, sofort wieder in den Ofen eingestellt und erhält e
Beschickung. — Das in bedeckter Form abgekühlte und nach dem Erstarren von S
freite Metall enthält:

91,63 Proc. Sb,
7,24 „ Fe,
0,82 „ S.

Es folgt nun ein Schmelzen dieses Rohmetalles mit ausgesaigertem Antimons
Beschickung ist folgende:

38 k gröblich zerkleinertes Rohmetall,
3 bis 4 k Antimontrisulfid,
1,8 k Salz (kann auch Kelpsalz sein).

Das Abschöpfen der Schlacke nach beendigter Schmelzung, wozu man sich g
Löffel bedient, muss schnell ausgeführt werden. Der Abhub von dieser Operatio
ersten Beschickung wieder zugesetzt. Das zweite Schmelzresultat ist ein Metall
Zusammensetzung:

99,53 Proc. Sb,
0,18 „ Fe,
0,16 „ S.

ıun noch die letzten Verunreinigungen zu entfernen und besonders, um zu erreichen, Metall beim Erkalten „sternt“, d. h. die charakteristisch krystallinische Oberfläche noch ein drittes Schmelzen mit dem sog. Antimonfluss erforderlich. Man schmilzt Th. amerikanischer Potasche mit 2 Th. gemahlenem, ausgesaigertem Antimonsulfurets Nachdem die Masse in ruhigen Fluss gekommen ist, führt man in kleinem Maass-Probeschmelze damit aus. Gibt das mit diesem Flusse behandelte Metall noch keinen n, so setzt man je nach dem Aussehen des erhaltenen Metalles von dem einen oder genannten Stoffe dem Flusse noch zu, bis dieser eine Metallprobe in gewünschter Sternen bringt. — Das Metall der zweiten Schmelzung muss sehr gründlich von an-Schlackentheilen und unrein erscheinenden Metallstücken, wenn nöthig unter Zuhilfe-arfer Hämmer, befreit werden, andernfalls würde das dritte Schmelzen vollständig verlaufen. Die bei diesem Reinigungsverfahren abfallenden Metallspäne und Stücke türlich bei dem zweiten Schmelzen wieder zugesetzt. — Die Beschickung für einen eht wieder, wie vorher, aus 38 k Metall. Die Menge des Antimonflusses richtet sich orm der in die Tiegel eingepackten Metallbarren; jedenfalls müssen diese von dem ständig eingehüllt sein. Man kann auf durchschnittlich 4 k des Flussmittels rechnen. wird zuerst in die Tiegel eingestellt, und erst, wenn man den Beginn des Schmelzens , wird der Fluss zugesetzt. Sobald alles gut eingeschmolzen ist, rührt der Arbeiter mit einem eisernen Stabe schnell um und giesst dann den Tiegelinhalt sofort in die enden Formen (J. 1892).

anya in Ungarn wird Antimon im Hochofen erschmolzen (J. 1886, 219).

lie elektrolytische Gewinnung des Antimons ist vorgeschlagen eine Lösung Sb_2S_3 und 7,2 k $Na_2S . 9H_2S$, entsprechend der Formel $Sb_2S_3 . 3Na_2S$ unter Zusatz von c. Chlornatrium zu zerlegen. Erhalten werden 2,435 k Antimon und in der Lösung IS, 1,2 k Na_2S_2 und 1,563 k $Na_2S_2O_3 . 5H_2O$. Der Vorgang an der Kathode scheint nd der Formel

$$Sb_2S_3 . 3Na_2S + 3H_2 = Sb_2 + 6NaHS$$

n, an der Anode nach

$$6NaHS + 3O = 3H_2O + 3Na_2S_2.$$

ersetzungszellen kann man eiserne Gefässe beliebiger Form benutzen, und dienen die-chzeitig als Kathoden. Nimmt man ein Gefäss von viereckigem Durchschnitt, so kann thodenfläche durch Einhängen von Eisenplatten vergrössern. Zwischen je zwei Eisen-ımt, isolirt vom Eisen, eine Bleiplatte als Anode (J. 1885, 429; 1887, 457).

Verfahren von Siemens & Halske (D. R. P. Nr. 67 973) besteht im Wesentlichen Sulfide, welche mit Schwefelalkalien lösliche Doppelsalze bilden, durch Behandlung Sulfiden-Sulfhydra-Polysulfureten in racht und in diesem der Elektrolyse ı werden. Das ene schwefelarsen-efelantimonhaltige aus der Mühle *A* in das mit Rühr-hene Extractions-Dieses enthält die eines Alkalisulf-velches im Stande folgenden Glei-e Schwefelverbin-s Antimons und ihren gepulver-in Lösung zu

Fig. 263.

$$Sb_2S_3 + 6NaHS = (Sb_2S_3 . 3Na_2S) + 3H_2S,$$
$$Sb_2S_3 + 6KHS = (Sb_2S_3 . 3K_2S) + 3H_2S,$$
$$Sb_2S_3 + 6NH_4 . SH = (Sb_2S_3 . 3(NH_4)_2S) + 3H_2S,$$

echend:

II. $$As_2S_3 + 6NaHS = (As_2S_3 . 3Na_2S) + 3H_2S,$$
$$As_2S_3 + 6KHS = (As_2S_3 . 3K_2S) + 3H_2S,$$
$$As_2S_3 + 6NH_4 . SH = (As_2S_3 . 3(NH_4)_2S) + 3H_2S.$$

Die gewonnene Lauge wird in der Nutsche D_1 vom extrahirten Erzrückstand get kommt, nachdem sie in einem Behälter C gesammelt wurde, in die Kathodenabtheilun elektrolytischen Fällgefässes D, welches durch Diaphragmen in mehrere negative Abt a und mehrere positive Abtheilungen b getheilt wurde. Diese Diaphragmen sollen de gang des Stromes möglichst wenig Widerstand entgegensetzen, dagegen die Diffusion d in den Elektrodenabtheilungen vorhandenen Elektrolyte nach Möglichkeit verhinde wird am besten durch rasche Circulation und Anwendung colloidaler Scheidewände, in Gelatine gekochte Asbestpappe, erzielt, welche Diaphragmen jedoch nicht Gegenst Patentes sind. Die positiven Abtheilungen dieses Fällgefässes sind gasdicht geschl enthalten unlösliche Anoden (Kohle, Platin), während die negativen Abtheilungen offe Metallplatten (Kupfer, Antimon) als Kathoden versehen sind. Der an der Kathode gehende Fällprocess lässt sich durch folgende Formeln ausdrücken:

III. $$(Sb_2S_3 . 3Na_2S) + 6H = Sb_2 + 6NaHS,$$
$$(Sb_2S_3 . 3K_2S) + 6H = Sb_2 + 6KHS,$$
$$(Sb_2S_3 . 3(NH_4)_2S) + 6H = Sb_2 + 6NH_4HS.$$

IV. $$(As_2S_3 . 3Na_2S) + 6H = As_2 + 6NaHS,$$
$$(As_2S_3 . 3K_2S) + 6H = As_2 + 6KHS,$$
$$(As_2S_3 . 3(NH_4)_2S) + 6H = As_2 + 6NH_4 . HS.$$

Es wird daher das extrahirte Antimon vollständig gefällt und zugleich eine l wonnen, welche im Stande ist, neues Antimon und Arsen aus den Erzen aufzunehme Lauge kehrt durch 1, 2, 3, 4, 5 wieder in das Rührwerk B zurück, wo sie mit frische mengt wird. Der in den Anodenabtheilungen kreisende Elektrolyt richtet sich nach der Extraction des Antimons oder Arsens fallenden Erzrückständen. Enthalten letzt Silber, Kupfer, Quecksilber, Wismuth, Zink, Kobald, Nickel, so kann man als Anoden ein Alkalichlorid (NaCl, KCl, NH_4Cl) verwenden, welches bei der Elektrolyse sei es ga sei es in der Lauge gelöstes Chlor entwickelt, welches in einem zweiten Rührwerk E auf der Nutsche D_1 zurückbleibenden Erzrückstande zusammengebracht wird, wobei erwähnten Metalle in Lösung gebracht und auf der Nutsche F von der Gangart getrenn Die Cu, Au, Ag, Bi, Zn, Co, Ni, Hg enthaltende Lösung wird mit dem nach Gleich den Extractionsgefässen entweichenden Schwefelwasserstoff zur Gewinnung des betreff grösserer Menge vorhandenen Metalles behandelt. — Ist auf keine derartigen Metall rückstand Rücksicht zu nehmen, so kann das entwickelte Chlor anderweitige Verwendu — Bis jetzt haben die elektrischen Verfahren wenig praktische Bedeutung.

Eigenschaften. Das Antimon ist fast silberweiss mit einem Stich ins Gelblic starken Metallglanz und ein blätterig krystallinisches Gefüge. Es krystallisirt in Rhom hat ein spec. Gewicht von 6,712 und schmilzt bei etwa 430°. Beim Erstarren dehnt si schmolzene Metall nicht aus. Es ist sehr spröde und lässt sich sehr leicht in Pulver ve An Härte übertrifft es das Kupfer.

Legirungen. Das Antimon macht im Allgemeinen die Metalle glänzender, h spröder. Hartblei ist antimonhaltiges Blei, welches bis zu 12 Proc. Antimon enthä man nach Calvert und Johnson die Härte des Blei = 1, so ist die einer Legi 34,86 Blei und 65,14 Antimon = 11,7 und von 86,50 Blei und 13,50 Antimon = Legirung mit 17 bis 20 Proc. Antimon bildet das zu Buchdruckerlettern ang Schriftmetall. Unter den Legirungen des Antimon mit Zinn ist das Britanni die werthvollste. Aehnlich Zinn-Antimonlegirungen sind das Pewtermetall (8 7,1 Antimon, 1,8 Kupfer und 1,8 Wismuth), das Métalargentin (85,5 Zinn und mon), das hier und da zu Löffeln und Gabeln benutzt wird, und das Asberr (77,8 Zinn, 19,4 Antimon und 2,8 Zink), welches in England als Lagermetall für Lo und Waggons und für die Spindeln bei Drehbänken Anwendung findet. Eine Legi 5 Antimon, 5 Nickel, 2 Wismuth und 87,5 Zinn ist vor einiger Zeit als Ersatz des N empfohlen worden.

Die Production an Antimon beträgt etwa in

Deutschland	1600 t
Grossbritannien	2000
Frankreich	600
Oesterreich-Ungarn	1100
Italien	500
Ver. Staaten	680

Arsen.

kommen. Das Arsen[1]) findet sich in der Natur entweder gediegen oder mit Schwefel, nd Schwefelmetallen verbunden. Die Oxydationsstufen des Arsens kommen in der ıt in solcher Menge vor, dass eine technische Benutzung derselben möglich wäre. ngen von Arsen finden sich in allen Pyriten und gelangen in die daraus dargestellte ure.

·stellung. Man stellt Arsen durch die Sublimation des in der Natur vor- en gediegenen Arsens (Scherbenkobalt) oder durch Erhitzen von Arsenkies Misspickel, FeSAs), und Arsenikalkies, Fe_4As_6 ($FeSAs = FeS + S$ und $= Fe_4As_2 + 2 As_2$), dar oder auch durch Reduction des weissen Arsens (der ure): $As_2O_3 + 3 C = 3 CO + As_2$.

scheint im Handel in schwarzgrauen, metallglänzenden, krystallinischen Krusten von Gewicht, die bei 180° dampfförmig werden und in einem geschlossenen Gefässe bei mperatur schmelzen. Es führt den Namen Fliegenstein, Scherbenkobalt oder nkobalt, welcher zuweilen 8 bis 10 Proc. Schwefelarsen enthält. Das reine Arsen n bei der Fabrikation von Schrot und wohl auch zur Erzeugung eines Lichtes (durch n von Arsen in einem Strom von Sauerstoff), welches unter dem Namen „Indisches trigonometrischen und kriegstelegraphischen Signalen benutzt wurde.

enigsäure (Arsenigsäureanhydrid, Arsentritoxyd, weisses Arsen) As_2O_3 t, Giftmehl, Hüttenrauch), wird bei der Verarbeitung arsenhaltiger Kobalt-, ilber- und Zinnerze von den Blaufarbenwerken, und Silberhütten u. dgl. als Nebenproduct , indem man die arsenhaltigen Erze in Flamm- t und die sich entwickelnden Dämpfe durch d Kammern leitet, um die Arsenigsäure zu . In Schlesien wird Arsenkies eigens zur g von Arsenigsäure geröstet. Das Sublimiren in eisernen Kesseln *a* (Fig. 264), auf welche e Ringe *b c d* und auf diese eine Haube *e* stellt, rmittels der Röhren mit der Kammer *i* in g steht. Neber dieser Kammer befinden sich ge andere Kammern. Nachdem alle Fugen worden sind, beginnt die Sublimation. Die s dabei so gesteigert werden, dass die in der *i* sich ansammelnde Arsenigsäure weich zu ginnt; nach dem Erkalten erscheint sie als mmenes Glas (Arsenglas) mit muscheligem Glasglanz und Durchsichtigkeit, welche mit weiss, porzellanartig, opal- und wachsartig wird. Sie ist wie alle anderen Arsenpräpa- öchsten Grade giftig. Zuweilen finden sich enigsäure kleine Mengen von Schwefelantimon ntimonoxyd.

Fig. 264.

benutzt die Arsenigsäure in Glycerin gelöst als ycerin in der Kattundruckerei als Beize, zur des Glases (namentlich des Krystallglases) während

---

[1]) ch Berthelot geht aus den Schriften griechischer Alchemisten, z. B. des Olym- , welcher im 5. Jahrh. lebte, hervor, dass denselben die Gewinnung der Arsenigsäure der Natur vorkommenden Schwefelarsenverbindungen bekannt war. Die Säure be- sie mit den Namen Alaun und Bleiweiss. Das metallische Arsen war ebenfalls

des Schmelzens, zur Darstellung von Arsenpräparaten (arsenigsaure Alkalien, Schwein und viele andere Kupferfarben), als antiseptisches Mittel beim Ausstopfen von Thierbälge lischer Lösung zur Ueberführung des Nitrobenzols in Anilin, in Salzsäure gelöst zum G von Messing und zuweilen zum Härten von Eisen u. s. w. — 1 Th. krystallisirter Ar löst sich in 355 Th. Wasser von 15°, während 1 Th. amorpher Säure nur 108 Th. W Lösung braucht.

Arsensäure, H_3AsO_4, erhalten durch Kochen von 4 Th. Arsenigsäure mit 3 Th säure von 1,35 spec. Gewicht und Abdampfen der Lösung bis zur Trockne, wird zuwei der Weinsäure in der Zeugdruckerei und ausserdem zur Bereitung gewisser Theerfarbe lich des Rosanilins oder Fuchsins, angewendet. — Das saure Natriumarseniat (saures a Natron, Natriumdihydroarseniat NaH_2AsO_4), welches einige Färbereien und Zeugdruck Befestigungsmittel der Beizen verwenden, wird durch längere Zeit fortgesetztes Erh 36 Th. Arsenigsäure mit 30 Th. Natriumnitrat oder durch Erhitzen eines Gemenges von Natriumarseniat und Natriumnitrat (oder auch als Nebenproduct bei der Darstellung aus Nitrobenzol) erhalten. Durch Sättigung der Lösung dieses Salzes erhält man d sättigte arsensaure Natron (Dinatriumhydroarseniat, $Na_2HAsO_4 . 12 H_2O$), welches e Stoffdruck und in der Färberei verwendet wurde[1]).

Realgar, rothes Arsen, Rubinschwefel, Arsenrubin, Rauschrot kommt häufig auf Erzgängen krystallinisch oder in deutlichen Krystallen vor und wird dargestellt, indem man Schwefel mit überschüssigem Arsen oder Arsenigsäure zusamme oder im Grossen Arsenkies mit Schwefelkies der Destillation unterwirft oder das Sch aus den Schwefelsäurefabriken der Hütten unter Gasdruck zusammenschmilzt und haltene Rohglas durch Sublimation läutert. — Realgar (oder Rothglas der Arsen scheint als rubinrothe Masse von muscheligem Bruche, die mit Kaliumnitrat gem angezündet unter Verbreitung eines weissen glänzenden Lichtes verbrennt. Auf die schaft beruht seine Anwendung zu Weissfeuer; der Satz dazu besteht aus 24 Th 7 Th. Schwefel und 2 Th. Realgar.

Operment, Auripigment, As_2S_3, Rauschgelb wird künstlich (als ein von As_2S_3 mit Arsenigsäure) durch Zusammenschmelzen von Schwefel mit Arsenig Realgar, oder durch Destillation einer entsprechenden Mischung von Arsenkies und kies dargestellt. — Es erscheint in derben, hellorangegelben, durchsichtigen Massen (G der Arsenhütten), welche stets viel Arsenigsäure enthalten, so dass das auf trocke dargestellte gelbe Schwefelarsen vielleicht als ein Arsenoxysulfuret betrachtet wer Auf nassem Wege erhält man es durch Fällen einer salzsauren Lösung von Arsenig Schwefelwasserstoffgas (so als Nebenproduct beim Reinigen der mit Hilfe von Py gestellten Schwefelsäure mittels Schwefelwasserstoff) oder durch Zersetzen von Na arseniat mit verdünnter Säure, oder endlich von besonders schöner Farbe durch Ko Lösung von Arsenigsäure in Salzsäure mit Natriumthiosulfat. Das auf nassem Wege Arsensesquisulfuret findet unter dem Namen Königsgelb als gelbe Farbe in der Anwendung. Man benutzt es in der Färberei als Reductionsmittel des Indigs und zur D des Rhusma; letzteres besteht aus 9 Th. Kalk und 1 Th. Operment mit etwas Wasse Teig gemacht. Es wird von den Orientalen als Enthaarungsmittel angewendet, lässt zweckmässig durch das Calciumsulfhydrat, erhalten durch Leiten von Schwefelwasser Kalkbrei, bis letzterer eine graublaue Farbe angenommen hat, ersetzen.

Quecksilber.

Vorkommen. Das Quecksilber[2]) findet sich gediegen, hauptsächlich aber als HgS, auf Lagern und Gängen im krystallinischen Schiefergebirge, im Uebergangs-

1) Vgl. das Gesetz über giftige Farben: J. 1887, 603.

2) Geschichte. Aristoteles, Dioskorides, Theophrast, Vetruv nius geben Nachricht von Quecksilber, und als Gewinnungsorte werden Armenien, K Karamanien, Aethiopien, besonders aber Spanien angegeben. Die Avala'er alten Baue älter zu sein. In den nicht schwer zugänglichen Hohlräumen fand man bisher nur gefässe, welche Kenner als vorrömisch, wahrscheinlich der Steinzeit angehörig beze Neumann gab an, dass unsere Kenntnisse über die Phönizier auf keine Spur von Q hinweisen. Im Buche Sapientia, XIII. Kap. 14. Vers, ist die Anwendung von Zinnob den Egyptern beim Bemalen von Götzenbildern erwähnt; das wäre also 300 bis 400 Ja — D. Chimchi erklärt das hebräische Schaschar (Jeremias 22, 14, und Hesekiel Sendschafer (Zinnober), womit die Wände, die Götterbilder, die Züge der Assyrier in gemalt sind; das wäre 600 Jahre v. Chr. Bei den Assyriern wahrscheinlich noch früh

und kommt zuweilen auch auf secundären Lagerstätten, in losen abgerundeten
r.
ausgezeichnetsten Fundorte des Zinnobers sind Almaden und Almadenjas in Spanien
er schon im Alterthume gewonnen wurde, und Idria in Krain (Kohlenformation).
let sich der Zinnober in der bayerischen Rheinpfalz (J. 1896, 233), Moschellandsberg,
ge bei Kusel (Zechstein), bei Olpe in Westfalen, in einigen Gegenden Kärntens, zu
n Steiermark, Horzowitz in Böhmen, an mehreren Orten Ungarns und Siebenbürgens,
in Venetien, am Ural, in China und Japan, in dem Distrikt Sarawak auf Borneo, in
1896, 234), zu Huancavelica in Peru und in bedeutender Menge in Californien (Ueber-
ge). Hierbei verdient auch das Quecksilberlebererz Erwähnung, ein unreiner,
thonigen und bituminösen Theilen gemengter Zinnober oder auch ein zinnober- und
cher Kohlenschiefer.

vinnung[1]). Zinnober wird beim Rösten der Erze zersetzt: HgS + 2O
– Hg. Oder die Erze werden mit Kalk und Eisen erhitzt.

dria[2]) sind seit 1888 Fortschauflungsöfen nach Cermak und Spirek im
Fig. 265 u. 266). Dieselben sind für solche Erze unentbehrlich, welche in
öfen nicht zu-
cht werden kön-
ders viel Staub
e Schutte oder
m Schachtofen
es Brenngut.
Aufarbeitung
Zeuge dienen
üttröstöfen
u. 268 S. 320),
r werden im
n die reschen
Erze mit sehr
olge, die armen
im Schüttröst-
und 3 und in
hauflerföfen ver-
Analog dem
ofen steht auch
ne Fortschauf-
Schüttofen auf
eteten, queck-
ren Blechtasse;
auf in Cement
en, mit guss-
Platten abge-
eilern und diese
iederum auf sorgfältig cementirtem Boden, um in den darin eingebetteten
en Sammelgefässen (Capellen) ein „Durchgehen“ von Quecksilber sofort
en zu können.

Fig. 265.

Fig. 266.

Jahre 1872 bis 1875 erbaute Exeli seine drei einzeln stehenden Schacht-
n welchen einer mit einem Thonröhrencondensator versehen wurde (Fig. 269
. 321), 1878 Langer seine vier in ein Massiv vereinigten Schachtöfen,
ben Schachtöfen noch heute im Betriebe stehen.

[1]) gl. J. 1880, 203; 1885, 165; 1887, 455.
[2]) it 1490 im Betriebe; J. 1881, 100; 1894, 317.

Die Kammer- und Kanalstupp-, sowie die eigenen Schachtofenstupprückstände v den Schachtöfen 8, 9, 10 mit armer Erzgröb zusammen verarbeitet. Die Stupp wird mehl gemischt, gestampft und in Stückform mit Holzkohle unter Zusatz von 40 k Würfelkoks pro Schicht und Ofen durchgesetzt. Ebenso wird das feinste gesiebte Er die Schüttröstöfen ungeeignet, mit Thonmehl gemischt zu Ziegeln geschlagen und in neuen Schachtöfen wie die Kammerstupp verarbeitet.

Fig. 267.

Schüttröstofen

Fig. 268.

Betriebsergebnisse 1892	Aufbringen für je 1 Tag und Ofen	Brennmaterial-verbrauch für 100 hk Aufbringen	Stuppfall in	Que erz
	hk	cbm	Proc.	
Schachtofen, arme Erzgröb und Stupp	121,5	1,65 Holzkohle	0,5	1
Schüttofen Nr. 1 armer und reicher Erzgries und Stupp	224	3,61 Brennholz	3,3	2
Schüttofen Nr. 2 bis 3 armer Erzgries und Stupp	267,5	3,02	1,3	1
Fortschaufler 1 bis 6 armer Erzgries und Stupp	66	4,20	1,9	
Fortschaufler 7 bis 8 Leopoldischutt und Stupp	68,5	4,43	2	
				5

metallischem Quecksilber wurde nach dem Durchschnitte der Jahre 1890, 1891 und ommen:

Aus den Condensatoren	74,64 Proc.
In der gepressten Stupp, d. h. in den vom Quecksilber möglichst befreiten Pressrückständen blieben	14,89 „
Die in den weiter entfernten Kanälen und Kammern aufgefangene flüchtige Kammerstupp enthielt	2,22 „
Abgang an Quecksilber	8,25 „

Fig. 269.

Schacht-Ofen.

Thonröhren-Condensator nach A. Exeli.

Fig. 270.

Erze in Idria hatten nach Janda (J. 1894 u. 1896) im Betriebsjahre 1892 folgende mmensetzung:

	Reicher Erzgries	Armer Erzgries	Arme Erzgröb
HgS	6,74	0,95	0,38
FeS_2	9,49	11,64	4,45
$FeCO_3$	2,52	6,66	4,76
$CaCO_3$	26,18	27,13	34,86
$MgCO_3$	16,69	10,24	24,92
$CaSO_4$	1,05	2,93	0,79
$MgSO_4$	0,44	0,74	0,32

	Reicher Erzgries	Armer Erzgries	Arme Erzgröb
$Ca_3P_2O_8$	0,75	0,41	0,32
Al_2O_3 (amorph)	2,60	4,80	3,53
SiO_2	30,04	31,77	23,82
Bitumen	0,97	0,70	0,68
Organische Substanz, Wasser	2,53	2,03	1,17

Im Allgemeinen ist das Bitumen ein dem Thierreiche entstammendes, nicht fl kohlenstoffreiches (bei 45 Proc. Kohlenstoff) und wenig Stickstoff enthaltendes, ha Gebilde, welches schwach bituminös riecht und sich im Aether zum beträchtlichen T Hinterlassung des unauflöslichen Asphaltens, im Terpentinöl jedoch leicht und völlig braunen Flüssigkeit auflöst. Bei der trockenen Destillation gibt das Bitumen beiläufi und dampfförmige Producte ab, unter denen die Hydrocarbüre (nach der Formel C_3H_5) brennbarem Gas und die höheren Glieder der Kohlenwasserstoffreihe viel an übelrie Rauch liefern, dann sehr wenig Wasser, eine Spur von Ammoniak und eine nach riechende ölige Flüssigkeit; diese $^2/_3$, welche als flüchtige Producte entweichen, sind das im eigentlichen Sinne des Wortes. Bei etwa 400° hinterbleibt das restliche Drittel als kohlenstoffreicher Rückstand, der, wenn die Temperatur lange hinlänglich hoch erhal vollkommen verbrennt.

Die Stupp aus der Condensationskammer beim Schachtofen Nr. IX von der hauptkehrung des Jahres 1892 hatte folgende Zusammensetzung:

Metallisches Quecksilber	65,04 Proc.	mit 65,04 Proc. Hg	71,38
Schwefelquecksilber	6,97 „	„ 6,00 „ „	
Basisch-schwefelsaures Quecksilber .	0,20 „	„ 0,16 „ „	
Schwefligsaures Quecksilber . . .	0,12 „	„ 0,08 „ „	
Quecksilberchlorid	0,08 „	„ 0,06 „ „	
Quecksilberchlorür	0,05 „	„ 0,04 „ „	
Eisenoxyd und Thonerde	1,11 „		
Einfach Schwefeleisen	0,94 „		
Kalk	9,57 „		
Magnesia	0,40 „		
Schwefeltrioxyd	9,10 „		
Ammoniak	0,21 „		
Kohlenwasserstoffe und Kohlenstoff .	2,19 „		
Russ	1,98 „		
Kieselerde	1,20 „		
	99,16 Proc.		

Die Differenz zu 100 bilden die Alkalien aus der Flugasche, dann organische Ri Nässe u. s. w. Unter die Kohlenwasserstoffe gehören: Idryl oder Fluoranthen oder ($C_{15}H_{10}$), Phenanthren ($C_{14}H_{10}$), Pyren ($C_{16}H_{10}$) und Chrysen oder Triphenylen ($C_{18}H_{12}$ Kohlenwasserstoffe geben beim Brennen der Stupp ein grünliches Destillat, welches an eintrocknet und beim Verbrennen starken Rauch mit eigenthümlichem Geruche lief Stupp hatte schwarzgraue Farbe und färbte concentrirte Schwefelsäure dunkelbraun, w Schwefligsäure entwickelte. Das vorhandene metallische Quecksilber bildet nur etwa zusammenhängende Tröpfchen, der übrige Theil des Metalls stellt ein feines dunkelgrau dar; aus 1 k der getrockneten Stupp wurden 95,66 g Quecksilbermetall ausgerieben Rauchgase müssen in Idria ziemlich lange Strecken durchstreichen und demzufolg sie beim Verlassen der Centralesse keinen Quecksilberdampf enthalten. Das Quecksi mit den leichten Flugrussflitterchen, deren Dichte bei 0,8 liegt, zum grössten Theile Schwefelquecksilber (gegen 70 bis 90 Proc.) entführt und je grösser die Russbildung, Rauchvolumen ist, eine desto grössere Fortschleppung an Quecksilber findet statt Umstand wird sich durch allzu lebhaftes Feuer, durch allzu mächtigeu Ofenzug und du grossen Nässehalt der durchgesetzten Materialien steigern, wodurch der Zinnober staubigen Erzen auch mechanisch mitgerissen wird.

Die Quecksilberhütte Cornachino (Italien) verwendet 2,7 m lange gusseiserne 140 k Erze werden mit 84 k Kalk gemischt in 6 Stunden abdestillirt. Ein Ofen mit 3 erfordert täglich 600 k Holz (100 k Erze somit 36 k Holz). Die aufbereiteten Erze 25 bis 30 Proc. Metall (J. 1887, 456).

In Almaden verwendet man neben dem alten Aludel-Destillirofen 2 (S. 321); das nicht briquettirte Korn- und Kleinerz wird in 2 Livermore

t. Dies sind Flammöfen mit geneigter und sehr langer Sohle, die in eine
ıbhängiger und paralleler Rinnen zerfällt, in denen das Erz in Berührung mit
igenden Flamme herabrutscht; letztere wird durch wagrechte, quer über den
ende Ziegel begrenzt, welche ausserdem beim jedesmaligen Schlackenziehen
den Rinnen das selbstthätige Erzumwenden und die Flächenerneuerung für
ne bewirken. Einer dieser für Kornerz bestimmten Oefen hat eine ebene
andere für Kleinerz ist stufenförmig; jener hat 10, dieser 12 Rinnen. Beide
ben 7 m Länge und 47° Fall. Die Luft für die Kohlenverbrennung auf dem
rmt sich erst, indem sie unter den unteren Sohlentheil hin streicht, und so
an die verlorene Schlackenwärme theilweise (J. 1888, 363; 1889, 327).
eu-Almaden ist von den Oefen mit ununterbrochenem Gange nur noch der
'sche (Fig. 271 bis 273) im Betriebe. Der Ofenschacht O mit dem Drucke
stehenden convexen, durchlöcherten Scheidewänden an den schmalen Seiten
rungsraum F. Condensationskammern mit auf- und niedergehendem Zuge

Fig. 271.

Fig. 272.

Fig. 273.

rockenkammern T für Erze. Ein Ofen fasst 80 bis 100 t Erze, welche in
ben in den Schacht so eingelassen werden, dass man auf dem Boden eine
anäle, entsprechend mit Oeffnungen in den Scheidewänden, aus groben Erz-
erstellt, darauf etwa 0,6 m grobes Erz bringt, dann wieder Kanäle bildet
dem man dieselben nach oben hin kleiner macht und hier feineres Erz hin-
oberst aber Stücke von altem Eisen, darauf eine dünne Lage Strohdünger
erste Schicht eine Lage von Lehm. Man feuert 5 Tage und 4 Nächte, lässt
nd 3 Nächte abkühlen und zieht dann bei weggerissener Decke die aus-
ı Erze durch seitliche Raum-
.

Granitzaofen hat 2 Schächte
bis 276) mit einem gemein-
n Fülltrichter a und 2 Essen
ammern b, welche derart durch
r eingetheilt sind, dass der
berhalb der Feuerung im ersten
rittel der Höhe und in der
askammer im mittleren Höhen-

Fig. 275.

Fig. 276.

Fig. 274.

drittel sich befindet, in Folge dessen die Feuergase zunächst das untere Dritte streichen, dann in die zweite Gaskammer treten, durch den Scheider ge wieder in den Ofenschacht zurückgehen, dessen zweites Drittel durchziehen den oberen Theil der Gaskammer über der Feuerung eintreten. Von da str wieder durch das letzte Drittel des Ofens zu der oberen Hälfte der zweiten Ga und treten schliesslich durch das Rohr C in die Condensatoren. Der Fülltrich Abtheilungen getheilt, deren jede abwechselnd, mit 45,4 k beladen, in 40 geleert wird, nachdem eine Ziehung durch 2 Ziehöffnungen d auf jeder Seite einem Ende des Ofens stattgefunden hat. Nach 40 Minuten wird aus den 4 Oeffnungen abwechselnd gezogen.

Zu den Feingries-, Schliech- oder Tierraöfen gehört der dem ähnliche, nur mit 3 Paar Ofenschächten und Fülltrichtern e versehene Scott ner'sche Ofen (Fig. 277 u. 278), unter deren jedem behufs der Entleerung flacher gusseiserner Träger a befindet, welcher dreimal so gross ist, wie die befindliche Ablassöffnung beiden Enden auf Rollen Träger lässt sich mitte Hebelarmes b hin und her Befindet sich der Träg mittleren Lage, so ruht Erzsäule auf ihm, indem so lange auslaufen, bis allen Kanten des Träger türliche Böschungswinkel hat, wodurch die ganze im Gleichgewicht bleibt der Träger nun mittels d b hin und her bewegt, die ausgebrannten Erze Kanten des Trägers in de in untergestellte Wage Scheidemauern zwischen ten ruhen auf hohlen T Die Feuerung befindet s über der Ziehöffnung und brennungsluft zieht durch gebrannten heissen Erze. Der Ofen fasst 46,3 t und die Erze bleiben 3 darin. Der Träger wird in Zwischenräumen von 10 bis 15 Minuten in l gesetzt und es fällt aus jeder Ablassöffnung in 2 Stunden 1 t Erze heraus ebensoviel zugeführt. Die Einführung der Scott-Hüttner'schen Oefe grossem Einfluss auf die ökonomischen Resultate in Neu-Almaden gew haben sich darin grössere Mengen Erze mit niedrigerem Halte vortheilhaft v lassen.

Fig. 277.

Fig. 278.

Die Oefen für grobkörnige Erze oder Stufen sind den von A in Idria im J. 1871 angegebenen gepanzerten Schachtöfen sehr ähnlich (S. 3 Schacht A (Fig. 279 u. 280) mit 12 Schaulöchern s hat 1,87 m Durchme oberen 4 m sind cylindrisch, während der untere 2,3 m hohe Theil als abge Kegel verläuft. Unter den drei seitlich angebrachten Feuerungen f liegen die öffnungen a. Der runde Theil des Ofens ist mit einem 5 mm starken Bl gepanzert, welcher das 0,12 m starke Rauhmauerwerk aus gewöhnlichen Zie

üllung und das 0,33 m starke Kernmauerwerk aus feuerfesten Steinen ein- Der eckige Theil des Ofens ist mit gusseisernen, gut gekitteten und ver- n Platten gepanzert; die gusseiserne Bodenplatte fällt nach der Mitte zu.

Fig. 279.

Fig. 280.

Die Gichtvorrichtung g ist mit Wasserverschluss versehen, 0,6 m unter der Gicht liegen die sechs gleichmässig vertheilten Abzugsöffnungen, welche mittels einer den Ofen umschliessenden Rohrleitung r die Gase und Dämpfe in ein grosses Gusseisenrohr und von da zu den Condensatoren weiter leiten (J. 1890, 428; 1894, 317).

esem Rohrsystem verdichtet sich bereits fast die Hälfte des gesammten Quecksilbers. chacht wird nicht vollständig angefüllt, sondern ein 1,2 bis 1,5 m hoher Raum leer in welchem sich die Dämpfe ansammeln können. Alle 2 Stunden werden in Neu- 20 k reiche Stufen nebst 1,5 Proc. Koks eingefüllt, so dass täglich 10 t verarbeitet it einem Aufwande von 2,7 cbm Holz und 2 Mann zur 12stündigen Bedienung. entgegengesetzte Bewegung des Röstgutes und der Feuergase nutzt letztere gut aus, so bziehenden Dämpfe keine hohe Temperatur haben; die Röstung und Destillation wird der Feuerung beendet. Wegen der geringen Unterhaltungskosten und leichten Bedienung ese Oefen eine viel grössere Verbreitung finden, wenn sie auch für Feinerze verwendbar die californischen Gruben mit Ausnahme Neu-Almadens fast nur Feinerze liefern.

Knox-Ofen (Fig. 281 bis 283) zu Knoxville, Redington, ist auch auf den ulfurbank, California, Manhattan u. a. eingeführt. Der mit feuerfesten Ziegeln erte, 11,7 m hohe Schachtofen A ist oben und unten aus geschlossenem rk hergestellt und in der oberen Hälfte durch je 5 gemauerte Bögen a, von 3 unteren eiter her-, von den ch aussen uf je eine vollkom- hlossenen d und d_1) getrennt. tkanäle e zur Küh- s 2,5 m Mauerwer- Sohle der

Fig. 281.

Kammern d_1 ist durch eine starke Eisenplatte gegen das Eindringen von Qu
geschützt. Die Beschickung des Ofens besteht aus 2 bis 3 Th. Stufen (von
0,2 m) und 1 Th. Gries; bei viel und feuchtem Gries sinkt das Aufbringen au
16 und selbst auf 12 t herab. Der an der Gicht mit einem Kugelabschni
schlossene Schacht wird ganz mit 75 t Erz gefüllt und durch die geneigte O
stündlich
Erze entfe
rend bei
gefüllt wir
die Bes
3 Tage i
bleibt. I
des Heizr
liegt 6,1
der Gicht;
wird all
Stunden.
Heizraum
wickelten
gase trete
die Oe
zwischen d
a in das E
mit den
lationspr
zwischen
gegengese
gen in de
d_1 und
durch das
in die gus
Condensatoren I.
dies rechtwinkli
lange, 0,75 m b
1,5 bis 1,8 m hoh
mit geneigtem
welche durch F
mit einander v
sind. Die De
sind am Rande au
und werden durc
gekühlt, welch
läuft und die S
rieselt. Die ver
Producte sammeln sich in dem tiefer liegenden Theile der Bodenplatte. D
verbundenen hölzernen Condensatoren sind ähnlich eingerichtet. Die Conde
producte sammeln sich in den Kesseln N, aus denen das Quecksilber in
geschöpft, das saure Wasser aber in die Behälter P abgelassen wird, in de
noch etwas Quecksilber absetzt. Da die aus dem Ofen tretenden Dämpfe s
sind, so verdichtet sich das Quecksilber namentlich in den mittleren Kühler

Fig. 282.

Fig. 283.

en Condensator werden die völlig gekühlten Gase mittels eines Roots'schen Q, deren 4 Stück nebst Wasserpumpe S, Säge u. dgl. von der Maschine R werden, in die hölzernen Kanäle U von 0,60 m auf 0,75 m Querschnitt ge- Nach 89 m Länge vereinigen sich je zwei derselben in einen grösseren Kanal n auf 1,5 m Querschnitt, welcher die Gase in einen 350 m entfernten, vier- 4,5 m hohen, hölzernen Thurm führt, dessen Geröllfüllung mit Wasser berieselt in Ofen verarbeitet täglich 96 t Erze und erfordert 36 cbm Brennholz.

lvorrichtungen. In Almaden geschieht die Verdichtung der Quecksilberdämpfe noch in Aludeln, d. i. birnförmigen, an beiden Enden offenen Gefässen von ge- Thon, welche so in einander gefügt werden, dass, wie Fig. 284 zeigt, das dünnere Ende in das weitere des anderen passt, und das nach dem Lutiren der Fugen mit Thon und ge Reihen — Aludelschnüre — entstehen. Der cylindrische Schachtofen ist durch ein henes Gewölbe in zwei Abtheilungen getheilt. In der untern Abtheilung wird gefeuert, re wird das Erz so gebracht, dass zu unterst grosse Stücke eines zinnoberhaltigen Sand- racht werden, der wegen geringen Gehaltes keine weitere Scheidung zulässt; auf diese ngt man das reiche Erz. Die Dämpfe treten in die zwölf Aludelreihen. Jede Reihe ist n lang und zählt 44 Aludeln; es sind demnach 528 Aludeln bei jedem Ofen. Aus der Punkte liegenden Aludel fliesst das verdichtete Quecksilber durch eine Rinne in einen Behälter.

1882 in Idria eingeführte Kühlvorrichtung für die Quecksilber- besteht aus 4 Röhrenreihen, welche durch je 3 senkrecht auf den Platten v

Fig. 284.

Fig. 285.

5) stehende, mittels Flanschen ne, hufeisenförmig, je aus zwei , einem Zwillingsrohre b und tzen c zusammengestellte Con- lemente A gebildet werden. en a sind mit Deckeln d, welche en Putzlöchern versehen sind, n; die Platte bildet einen Theil eine innere Umfangsrippe des hergestellten Sitzfläche für die a und hat eine Putzöffnung, lche man in die Mitte des auf latte v angeschraubten Röhren- e und auf den Boden des Stuppsammelkastens g gelangen kann. Die satzstücke n vermitteln die Verbindung zwischen den Ofengaszuleitungs- und gsröhren. Sämmtliche Röhren aus Gusseisen, ausgenommen das Rohr c, dann sammelkästen g, sind mit einer 10 bis 15 mm starken Cementmörtelschichte det, welche als vortreffliches Schutzmittel gegen die schädliche und zer- Einwirkung der sauren Dämpfe und des sauren Wassers sich bewährt hat. treten bei e in den Condensator ein, fallen im Rohre a herunter, wenden sich ohre b und steigen in dem zweiten Rohre a hinauf, um in den folgenden Con- lementen oder Hufeisen denselben Weg noch zweimal zurückzulegen. Die tionsproducte (Stupp) sind ein Gemenge von fein vertheiltem Quecksilber, nnten Kohlentheilchen, unzersetzten Kohlenwasserstoffen, Erz und Asche, us der Feuchtigkeit der Verbrennungsluft, Brennmateriales und der Erze. — pfwasser, wechselnde kleinere Mengen von löslichen Quecksilbersalzen ent-

haltend, wird in die Holzkästen *k*, wo sich noch mitgerissene feste Bestandt[illegible] setzen können, dann in grosse cementirte Sümpfe geleitet, wo man es behufs[illegible] schlagens des Quecksilbers aus den Salzen mit Schwefelnatriumlauge bespritzt [illegible] nach diesem Läuterungsprocess in die wilde Fluth ablaufen lässt. — Die u[illegible] Wasser auf dem nach vorn geneigten Boden des Kastens *g* angesammelte St[illegible] mit Krücken auf die Platte *h* hinauf gebracht und nach dem Abtröpfeln [illegible] gerissenen Quecksilbers und des Wassers in vorgelegte Stupptransportschüss[illegible] Kästen gefüllt. Das am tiefsten Theile des Kastens zusammengelaufene Qu[illegible] wird durch ein Abflussrohr in die Capelle *i* abgelassen. — Die Kühlung des[illegible] sators wird durch das von oben zugeführte Wasser bewerkstelligt, indem m[illegible] der ganzen Oberfläche der Röhren *a* und *b* in dünner gleichmässiger Schicht [illegible] fliessen lässt; dasselbe sammelt sich in dem durch die Platte *nv* gebildeten [illegible] dichten Behälter und gelangt dann durch eine seitwärts angebrachte Lutte [illegible] Ableitungskanal.

Frictionscondensatoren werden hauptsächlich in Gestalt von Drehsieben ([illegible] screens) in gemauerten und eisernen Condensatoren angebracht. Eine im Maue[illegible] lagerte, von aussen zu drehende Achse, deren drei vorhanden sind, trägt eine Sperrk[illegible] dichten Bohlen, welche, horizontal gestellt, den Gasen den Durchgang versperrt. S[illegible] 3 Klappen lothrecht, so ist der Condensator in 2 Abtheilungen getheilt und bei Aend[illegible] Winkel erhält der Gasstrom verschiedene Richtungen. Hölzerne Arme an der Achse, [illegible] eines Kammes angebracht, aber schraubenförmig vertheilt, bieten dem Zuge der Gase e[illegible] Hinderniss und verursachen Wirbelbildung. Siebe und Condensator sind mit eine[illegible] Asphaltschicht überkleidet. (Vgl. J. 1889, 331.)

Eigenschaften. Das Quecksilber ist metallglänzend, zinnweiss, bei gew[illegible] Temperatur tropfbar flüssig, wird bei —35,5° fest und siedet bei 360°. Sein spec. G[illegible] = 13,5. Es verbindet sich leicht mit Blei, Wismuth, Zink, Zinn, Silber, Gold zu Amal[illegible] man benutzt Amalgame zum Spiegelbelegen, zur Feuervergoldung, für das Reibzeug der [illegible] maschinen. Die Reinigung geschieht durch Destillation (J. 1888, 365).

Statistik. Von 1850 bis 1883 lieferte Californien 1 357 403 Flaschen zu je [illegible] Quecksilber, Idria 272 834 und Spanien 1 044 139 Flaschen mit je 34,507 k. Der Preis [illegible] silber war am höchsten 1874 (12 Mark), am niedrigsten 1883 (3 Mark); in Folge dess[illegible] von den californischen 27 Hütten im März 1884 nicht weniger als 22 ausser Betrieb.

Die Quecksilberproduction betrug in t:

Jahr	Vereinigte Staaten von Nordamerika	Spanien	Oesterreich-Ungarn	Russland	Italien	G[illegible]
1880	2090	1580	360	—	119	
1890	796	1819	542	292	449	
1893	1047	1665	512	200	273	
1894	1056	1609	519	196	258	
1895	1252	1506	535	434	199	
1896	1068	1524	564	491	186	
1897	905	1709	532	617	192	
1898	1076	1681	500	633	192	

Zink [1]).

Vorkommen. Zink kommt in der Natur nie gediegen, häufig an Schwefel geb[illegible] Zinkblende, ZnS, und zuweilen in kleinen Mengen von Indium und von Gallium, o[illegible] Galmei, kohlensaures Zink oder Zinkspath, $ZnCO_3$, und als Kieselzinkerz, Zn_2Si[illegible]

1) Geschichtliches. Zink ist im Alterthume nie *κασσίτερος*; dagegen lässt [illegible] bestreiten, dass Zink auch dem *κασσίτερος* beigemischt gewesen sein kann, da die [illegible] Scheidung und Reinigung der Metalle noch nicht kannten und die Erze verschmolzen[illegible]

dem findet es sich als Willemit (wasserfreies Zinksilicat), als Rothzinkerz, ein an- und Eisenoxyd röthlich gefärbtes Zinkoxyd, als Franklinit, Fe_2ZnO_4, als l_2ZnO_4, und in einigen Fahlerzen.

tellung. Die Destillation des Zinkes aus Galmei und gerösteter (s. Schwefelsäure) aus Muffeln ist besonders in Oberschlesien, Stollberg bei s. w. üblich. Die oberschlesischen Zinkmuffeln sind mächtige, ziemlich ge Gefässe von ungefähr 200 bis 250 k Gewicht, die 75 bis 100 k Erz und k Reductionskohle fassen. Sie sind 36 bis 70 cm hoch, 170 bis 190 cm 0 bis 26 cm breit. Die Wandungen sind an der Oeffnung 30 bis 35 mm nen aber nach hinten an Stärke bis zu 50 mm zu. Glasuren der Muffeln Allgemeinen nicht angewandt. Die beizumengenden Thone erhalten geine Korngrösse von 1 bis 3 mm. Die Scherben und den Schiefer setzt man nisch von Grobem (bis zu 9 mm Durchmesser) und Feinem zu, wie es der , der meist in Gebrauch ist, liefert. Das grobe Scharmottekorn erhöht die e Festigkeit der rohen Retorten, was wegen ihrer Schwere nicht ohne Belang grobe Korn verhilft aber auch der Retorte zu der günstigen Eigenschaft, Temperaturwechsel bis zu einem gewissen Grade ertragen zu können, und wegen der geringeren Berührungsfläche die chemische Einwirkung, befördert altbarkeit. Das Scharmottefeine erhöht die Dichtigkeit der Masse und ihre ungsfähigkeit und gestattet zugleich, den Thonzusatz herabzusetzen. Alleiung durch Scharmottefeines wäre nicht zweckentsprechend, weil die Retorten Reissen neigen würden. Die Muffeln stehen in dem gewölbten Zinkofen, zu en einer langen Rostfeuerung auf Bänken, so dass sie die Flamme umspielt. sammelt sich flüssig in der Thonvorlage und wird mit eisernen Löffeln ausl in Formen gegossen (J. 1880, 182). Der in dem Vorstoss niedergeschlagene ub oder Zinkrauch enthält gegen 98 Proc. Zink und dient als kräftiges mittel, u. a. im Zeugdrucke.

uerer Zeit ist diese Rostfeuerung fast überall durch Gasfeuerung nach oder nach Boetius ersetzt. Im letzteren Falle hat der Ofen 2 Gene-Fig. 286 u. 287 S. 330), so dass die Feuergase eines jeden Generators je den en bestreichen und dann in der Mitte desselben durch einen gemeinsamen l *d* nach unten abziehen, bez. in die zwischen den Muffeln angebrachten allen und durch den die letzteren verbindenden Kanal in den Hauptkanal *d* Die erforderliche Vergasungsluft strömt durch Züge *b* in den Ofen, die ngsluft wird durch in den Ofenwänden ausgesparte Kanäle *n* eingeführt. re Theil derselben wird aber durch die Ofenwände selbst in ausgesparten so eingeführt, dass diese Luft den im Verbrennungsschachte erst halb-

---

unden oder zugeführt erhielten. Bekannt war das metallische Zink im Alterthume, nur als zufälliges Nebenproduct, als Ofenbruch und zufälliges Destillat; das Metall noch nicht mit einem bestimmten Namen belegt. Das ψευδάργυρος des Strabo ist ft Tropfzink. 1420 bezeichnet der Erfurter Mönch Valentinus den Ofenbruch n wegen mit „Zinken“ und 100 Jahre später nennt Paracelsus ein aus Kärnten Metall so, fügt aber bei, dass es keine „Malleabilität“ besitze, auch sonst von anlen verschieden sei, daher er es als Bastard der Metalle oder Halbmetall bezeichnet. erkannte 1550 in dem Zinkstuhle der Schmelzöfen zu Goslar wohl ein Metall, welches r „Conterfey“ nannte; doch wusste er nicht, dass es im Galmei enthalten sei. Das kam aus China und Ostindien nach Europa und wurde Spiauter benannt, ein Name, s heute in England für das Rohzink (Spelter) erhalten hat, während die Bezeichnung nur für das Walzzink gebraucht wird. Durch fortgesetzte Versuche kam man endlich t in England Mitte des vorigen Jahrhunderts das Zink metallisch darzustellen; ein hann Ruberg, brachte das Geheimniss der Zinkdestillation auf den Continent und 8 zu Wesollo in Oberschlesien die erste Zinkhütte ein.

verbrannten Feuergasen entgegentritt und sie so allmählich vollständig verbren[...]
gleichmässige Wärmevertheilung zu erzielen. Um die den Arbeiter beim Au[...]
sehr belästigenden Dämpfe abzuführen, wird das Gewölbe der Vorkapellen [...]

Fig. 286.

Schnitt I-II

Fig. 287.

Fig. 288.

Fig. 289.

Fig. 290.

Abzugsschlitze *s* versehen, [...] einem auf dem Ofenfirste hi[...] Kanal *k* mündet, der in e[...] Esse führt.

Nach einem andern Vorsc[...] die Muffel *A* (Fig. 288) und [...] welche die Hauptmenge des Zin[...] hält, durch *CE* mit Ballon *F* [...] Die Gase entweichen aus d[...] Düse *G* in den gemeinschaftl[...] leitungskanal *J* und von hi[...] Schornstein. Die beim Abst[...] Zinks entstehenden Gase wer[...] einen Schirm *L* abgefangen [...] falls in den Kanal *J* abgefüh[...] J. 1894, 306.)

Nach der belgischen Methode geschieht die Destillation des [...] Thonröhren, welche reihenweise und etwas geneigt neben und übereinand[...] Die Röhren (Fig. 289) sind cylindrisch, gewöhnlich 1 m lang, haben eine [...] 18 cm im Lichten und sind an dem einen Ende geschlossen. Mit der vordere[...] berühren die Röhren die Vorwand des Ofens; sie dient zum Eintragen der Be[...] zum Abziehen der Zinkdämpfe und zum Entfernen der Destillationsrückstä[...] jeder dieser Röhren wird eine 25 cm lange Ansetzröhre (Fig. 290) befesti[...]

·h noch eine 20 cm lange Röhre von Eisenblech (Fig. 291) oder ein grösserer
·er geschoben, welche inwendig mit Lehm verstrichen ist, in der sich
·ammelt. Die Destillirröhren kommen in schwacher Neigung in Reihen
·r in den Ofen. Während die belgischen Oefen früher mit 30 Röhren
·) k Erz verarbeiteten, bewältigen die neueren mit 70 Röhren etwa

·nkhütte in Letmathe betreibt Zinköfen mit je 76 Retorten von 1,05 m Länge und
·nmesser. Jeder Ofen verarbeitet täglich 1600 k Erz (2/3 Blende, 1/3 Galmei) von
·ich 45 Proc. Zinkgehalt und erzeugt daraus 580 k Rohzink. Der Kohlenverbrauch
·uf etwa 23 hl Heizkohlen und 8 hl Reductionskohlen. An Retorten werden täglich
·n durchschnittlich 3 Stück ausgewechselt. (J. 1880, 186.)
·er englischen Zinkgewinnungsmethode (in Wales, Sheffield, Birmingham, Bristol)
·g. abwärtsgehende Destillation in Tiegeln statt. Das Verfahren ist in den letzten
·ntlich in Swansea durch belgische Oefen verdrängt.
·winnung von Zink in Hochöfen will bis jetzt nicht gelingen, da das Zink durch
·ure wieder zu Zinkoxyd oxydirt wird, oder mit den Gasen dampfförmig entweicht.
·.)
·witz (J. 1896) schlug vor, das Zinkerz unter 3 Atm. Druck zu reduciren, um das
·ulus zu erhalten. Biewend (J. 1895 u. 1897) will Blende mit Eisen im Schacht-
·hmelzen, Liebig (J. 1897) desgl. unter Druck. Praktische Anwendung haben diese
·och nicht gefunden.
·n Vorlagen der Zinkdestilliröfen entweicht, wie Verf. (J. 1880, 186) nachgewiesen
·es Kohlenoxyd. Dieses kann dadurch erklärt werden, dass der feste Kohlenstoff nur
·bildet:

$$ZnO + C = Zn + CO$$
$$-850 \qquad +290 = -560 \text{ hw.}$$

·ber, dass das anfangs gebildete Kohlenoxyd wieder reducirt werde ($CO_2 + C = 2CO$),
· ursprüngliche Vorgang wäre:

$$2ZnO + C = Zn_2 + CO_2$$
$$-1700 \qquad +970 = -730 \text{ hw.}$$

·er Vorgang bindet somit erheblich mehr Wärme als der erstere, ist sonach unwahr-
·Dazu kommt, dass Zink durch CO_2 oxydirt wird; dem entsprechen auch die Wärme-

$$Zn + CO_2 = ZnO + CO$$
$$-970 \qquad +850 + 290 = +170 \text{ hw.}$$

·duction des Zinkes findet demnach vorwiegend oder ausschliesslich durch festen
·tatt. Zur Gewinnung von 65 k Zink sind somit theoretisch nur 560 hw, für 1 k also
· entsprechend etwa 0,12 k Kohlen erforderlich. Thatsächlich wird aber etwa die
· Menge Kohlen gebraucht, so dass die Wärmeausnutzung noch viel zu wünschen

Zinkgewinnung mittels Elektricität.

·iche Vorschläge wurden gemacht Zink auf elektrischem Wege zu ge-

· einem Vorschlage von Siemens & Halske (J. 1898) wird das Zink
·bgeschieden und destillirt. Die Graphitelektrode *K* (Fig. 292 S. 332)
·sernen Rahmen *W* die Vorlage D_1. An den Platten *W* und W_1 verdichten sich
·npfe. Sie werden von Röhrenstücken *G* getragen, welche durch Dichtungs-
·h Bolzen *F* und Schrauben *N* zusammengehalten werden. Etwa nicht
· Gase entweichen durch *E*. Die ganze Vorrichtung ist mittels Metall-
·aufhängbar, die auf bekannte Weise zur Regulirung des Flammenbogens
· ist die Beschickung, *C* die Tiegelwandungen, *B* der Flammenbogen, *T* der
·en, von dem die Schmelze *Q* durch *O* abgelassen wird. Wenn der Innen-
·r Kammer mit Condensationsproducten völlig gefüllt ist (an der Druck-
·r Abgase bemerkbar), werden die Schrauben *N* entfernt, das Rohr *E* und

die Platten $W W_1$ mit ihren Rohrstücken aus der Kammer D_1 herausgeno durch neue Theile ersetzt. Das Rohr K und der Mantel D_1 der Kamm an ihrer Stelle. Durch Abschrauben der Bolzen F werden die Rohrstüc einandergenommen und die Condensatio entfernt. — Aehnlich Cowles (J. 1886,

Fig. 292.

Lorenz (J. 1895) will geschmolzen zink elektrolytisch zerlegen und durch R Klemmenspannung das erhaltene Zink gleic Blei und Silber reinigen.

Luckow (J. 1881) wollte lösliche zinkhaltige Erze und Röstproducte anwenden.

Nach dem Verfahren von Blas und Mie 1302) besteht zur Verarbeitung von Zinkblende schwefelsaurem Zink $ZnSO_4 + ZnS = Zn +$ So viel Zink sich also auf der Kathode niede viel löst sich von der Anode, während die en Menge Schwefel abgeschieden wird und vo den Absatz gegangenen Gangart getrennt w Es braucht also die Blende nicht geröstet zu man gewinnt gleichzeitig den Schwefel als solc dem ist aber auch weniger Stromarbeit erfo bei den früheren Verfahren, weil hier nur d des Schwefelzinkes in Frage kommt, da:

Zn | SO$_4$ —> Zn | S
— 1061 + 1061 — 413 =

somit für 1 k Zink 413 : 65,5 = 6,3 hw, währ legung von Chlorzink und schwefelsaurem Zi die doppelte chemische Arbeit erforderlich ist. Hierbei ist allerdings zu berücksic reine Blende schlecht leitet, besser leitet die gewöhnliche, eisenhaltige.

Hermann (J. 1885) will Rohzink als lösliche Anode verwenden, die Fr (J. 1885, 1339) Zinkschaum, Höflich (J. 1894) Zinkoxyd. (Vgl. S. 274 u. 279.)

Bei Verwendung löslicher Anoden ist viel weniger Stromarbeit erforderli z. B. bei der Zerlegung einer Zinkvitriollösung die Anode aus reinem Zink, so werd tiven Pole für je 1 Mol. $ZnSO_4$ 1061 hw chemische Arbeit verbraucht, an der Ano genau so viel wieder entwickelt, so dass für den Strom nur die Ueberführung de einem Pol zum andern u. dgl. mechanische Arbeiten bleiben, welche ihren Aus Spannung bez. der Wärmeentwicklung finden. Jahn (J. 1883, 1299) hat gezeigt, d Verschiedenheiten der durch den Strom zu leistenden chemischen Arbeit der ges verlust der Kette, z. B. für 1 Mol. schwefelsaures Zink und Kupfersulfat, derselbe ist der Ausscheidung von 1 k Kupfer 18 hw und von 1 k Zink 9,8 hw entwickeln, entsp

	Freie Wärme		Chem. Arbeit	
$ZnSO_4$	632	+	1061	= 1693 hw
$CuSO_4$	1147	+	560	= 1707 hw.

Die Anlage von A. Hirsch in Ilsenburg, Harz, die unter Benutzung von W wahrscheinlich essigsaurer Lösung Zink elektrolytisch raffinirte, hat (aus 1896) diesen Zweig ihres Betriebes eingestellt. Die Einzelheiten des Processes wa die Oeffentlichkeit gelangt.

Weitaus die meisten „Erfinder" wollen das Zink aus Lösungen niederschlag

L. Létrange (J. 1882) lässt Blende zunächst bei niedriger Tempe um sie in schwefelsaures Zink überzuführen. Die gerösteten Erze wer mauerten, mit Asphalt überzogenen Behältern A (Fig. 292 u. 293), we Röhren a verbunden sind, ausgelaugt. Die Löserückstände werden auf handenes Blei und Silber verarbeitet, die im Behälter B gesammelte schwefelsaurem Zink wird erforderlichenfalls von Eisen u. dgl. gereinigt, Pumpen P und Röhren d in die Fällungsbehälter C geschafft. Die Kathoden aus dünnem Zinkblech; doch kann auch polirtes Kupfer oder Messing werden, von welchem das sich ablagernde Zink leicht abgehoben werden

:estehen aus Kohle, Platin oder Blei. Die durch die Ausscheidung von Zink
rdene Lauge fliesst ununterbrochen durch Röhren *o* ab, um zum Lösen von
ıaltigen Massen zu dienen. Ist sehr reiner Galmei oder Zinkasche u. dgl.

Fig. 293 und 294.

:ten, so werden diese mit etwas Kohle gemischt in einem porösen Gefässe als
as Bad gehängt.

:nge richtete eine derartige Anlage zur Verarbeitung von Zinkasche auf seinem
zu St. Denis ein; eine zweite Anlage für Blei und Silber haltige Blende ist im
: du Var erbaut. Hat sich auf den als negativen Polen eingehängten Messingblechen
› mm dicke Schicht von metallischem Zink abgesetzt, so nimmt ein Arbeiter die
ıs und hebt mit einem Messer die Zinkplatte ab, welche sich wie ein Stück Leder
st. Das gewonnene Metall wird umgeschmolzen. Das von Létrange angegebene
lie Erze durch Behandlung mit Schwefligsäure in Sulfat zu verwandeln und diese
h zu fällen, würde geeignet sein, gewaltige Massen armer Galmeihalden in Ober-
tzbar zu machen.

Angaben von Kosmann (J. 1883) erhält man in St. Denis im regelmässigen Betriebe
aus abgerösteter Blende mit 1 Pf. in 12 Stunden 8 k Zink, somit bei 1,4 k Kohlen
nd Pferdekraft für 1 k Zink 2,1 k Kohlen, während in den oberschlesischen Zink-
. k Metall durchschnittlich 2 k Reductionskohle und 9,8 k Heizkohle, zusammen also
hlen verbraucht werden. — Diese Angaben erscheinen sehr zweifelhaft; die Angabe,
rdekraft und Stunde 0,67 k Zink gewonnen werden, kann nur für lösliche Anoden
Verwendung unlöslicher Anoden erfordert die Abscheidung von 65 k Zink aus der
1700 hw, somit für 1 k Metall 26 hw, oder, da 1 Pf. stündlich $(75 \times 60 \times 60):428 =$
hkommt, mindestens 4 Pf., oder etwa 7 Pf., entsprechend etwa 10 k Kohlen, wenn
oc. der Maschinenkraft nutzbar gemacht werden. Zu berücksichtigen ist noch bei
berechnung, dass bei geringen Stromdichten auch Wasserstoff entwickelt wird. Bei
triollösung von 1,38 Eigengew. hört diese z. B. auf, wenn auf 1 qm Polfläche in der
a 0,5 g Zink niedergeschlagen werden (entsp. 16 Amp.).

Siemens & Halske (J. 1888) bildet sich in den elektrolytischen Zersetzungszellen
hwefelsaures Eisenoxyd gemäss der Gleichung:

$$ZnSO_4 + 2\,FeSO_4 = Zn + Fe_2(SO_4)_3.$$

› gebildete schwefelsaure Eisenoxyd besitzt nun die Eigenschaft, aus schwach ge-
wefelzinkerzen Zink aufzulösen, indem Zinkvitriol und schwefelsaures Eisenoxydul
emäss der Gleichung:

$$ZnS + Fe_2(SO_4)_3 = ZnSO_4 + 2\,FeSO_4 + S.$$

zerling (J. 1892) will Zinkoxyd haltige Abfälle mit Chlormagnesium auslaugen
k elektrolytisch fällen.

Nahnsen (J. 1892) will Zink aus oxalsaurer Lösung oder als Doppelsulfat w lytisch fällen (J. 1893); das Zinksulfat soll durch Rösten von Blende gewonnen werd 275; 1894, 361). Eine Anlage in Schlesien hat sich nicht bewährt (J. 1895, 319).

Lindemann (J. 1895) will die Zinksulfatlösung mit Schwefelzink versetze elektrolytisch fällen.

Nach Siemens & Halske (J. 1896) wird Zinkoxyd durch neutrales sc Aluminium oder durch eine die wirksame $Al_2(SO_4)_3$-Gruppe enthaltende künstliche o vorkommende Verbindung (z. B. Alaune) in Lösung gebracht und aus dieser Lösu elektrischen Strom ausgeschieden. Durch die Anwendung von neutralem schwefe minium als Laugungsmittel entsteht bei der Lösung der oxydhaltigen Zinkerze ein wa Gemenge von Zinksulfat mit basischem Aluminiumsulfat, welches bei der Elektroly lichen Anoden in der Weise zersetzt wird, dass sich an der Kathode Zink ausscheide Anode unter Sauerstoffentwickelung das basische Aluminiumsulfat wieder zu neutralem sulfat regenerirt wird, welches in ungestörtem Kreislauf wieder zu neuer Auslaugu oxyd benutzt werden kann. Nach einem ferneren Vorschlage derselben Firma (J. 1 die Zinkerze mit Chlor ausgelaugt.

Höpfner (J. 1896 und 1897) will Chlorzinklösungen elektrolytisch zers Kathode besteht aus einer Scheibe, welche auf einer nicht zu langsam rotirenden W ist. Die Welle befindet sich oberhalb des Flüssigkeitsspiegels, so dass stets mehr a (im Allgemeinen $^1/_2$ bis $^2/_3$) der Scheibenfläche sich oberhalb des Flüssigkeitsspiegels bei jedem Umgang sämmtliche Punkte der Scheibe mit Luft in Berührung kommen. neutralem oder schwachsaurem Zustande an den Kathoden eines Bades mit lothrecht unlöslichen Anoden bei Anwendung hoher Stromdichte elektrolysiren, wobei die einer Chloridlösung, wie Kochsalz, Chlorcalcium, Chlorzink, umgeben und von d durch Membranen getrennt sind. Das an den Anoden entwickelte Chlor wird ab kann verwerthet werden. Sobald die Ablagerung des Zinks an den Kathoden gen geworden ist, kann man die Kathoden, welche aus Zink bestehen können, auswechs ferneren Angaben (J. 1898, 271) soll das erzeugte Chlor wieder zur Lösung von Zin werden. 1 Pf. soll so täglich bis 16 k Zink liefern.

Nach dem Berichte des engl. Fabrikinspectors ist eine Fabrik nach Höpfne reichen Betrieb, welche für 1 elektr. Pf.-Stunde 1 Pfund Zink liefert (J. 1898, 353).

Kiliani (J. 1884) will Galmei, Zinkasche u. dgl. mit Ammoniumcarbonat haltige lösung behandeln. Die Lösung wird in Zersetzungskästen geleitet, das Zink setzt Kathode ab, an der Anode entwickelt sich Sauerstoff. Die Kathoden bestehen a Messing, die Anoden aus Eisenblech. Die abfliessende Lauge wird in die geschlos kästen zurückgeführt. Später will derselbe (J. 1885) auch Lösungen von Zinkoxyd i anwenden.

Hermann (J. 1884) will alkalische Zinkdoppelsalze verwenden.

Nach Höpfner (J. 1892) wird Zink in alkalischer Lösung elektrolytisch g elektrochemische Vorgang soll sein bei Entwickelung von freiem Chlor:

$$ZnO + Na_2Oaq \parallel 3\,NaCl = Zn + Na_4O_2aq \parallel NaCl + Cl_2$$

oder, bei Entwicklung von unterchlorigsaurem Kalk:

$$ZnO + Na_2Oaq \parallel 3\,NaCl + CaO = Zn + Na_4O_2aq \parallel NaCl + CaOCl_2.$$

Rawson (J. 1897) will alkalische Lösungen verwenden, Burghardt (J. 1 niakalische, Frank (J. 1898) will gleichzeitig Alkalilauge gewinnen.

Damit der Zinkniederschlag aus alkalischen Lösungen dicht und rein wird, emp (J. 1896) das Metall, auf welchem der Niederschlag des Zinks erfolgen soll, während d in Bewegung zu erhalten. Eine vortheilhafte Einrichtung zu diesem Zwecke soll dar dass das Metall, auf welchem der Niede bildet, in Gestalt eines Cylinders o. dgl. Zinklösung enthaltenden Gefässe rotirt. (Fig. 295) ist gegen die Einwirkung des schützt. Ein rotirender Cylinder B Kupfer o. dgl. taucht zum Theil in die ein, welche aus einer alkalischen Lösung oxyd besteht. M ist eine Schicht von Na Kaliumquecksilberamalgam und E ist die l bindung zwischen dem Cylinder B und q silberamalgam M. Das oxydirte Natriun sich mit der in dem Gefäss enthaltenen Aetznatronlösung und diese Lösung Entfernung des Zinks zur Lösung von Zinkoxyd dienen, welche Lauge dann wie wendet wird.

Fig. 295.

B E A M B A M E

nbach (J. 1898, 272) verwendet eine sog. Mittelzelle, indem er den Elektrolyseur iaphragmen in 3 Theile theilt, von welchen nur die beiden äusseren Elektroden ent-Anodenraum und die Mittelzelle werden mit Alkalisulfatlösung, der Kathodenraum alischen Zinklösung gefüllt. Das bei der Elektrolyse in der Mittelzelle sich an-tznatron soll als Nebenproduct gewonnen werden. Der Alkaligehalt der Kathoden-nstant und soll das ausfallende Zink durch Behandeln mit oxydischem Zinkmaterial en. Die nach diesem Verfahren arbeitende Duisburger Fabrik (vgl. J. 1895, 308) eb kürzlich wieder eingestellt haben.

Elektrolyse des Zinkes aus schwefelsauren Zinklösungen zeigt sich Bildung kschwammes, eines grauen, feinen Pulvers, welches im Wesentlichen aus Zink aber nur schwer schmelzen lässt, und theils wegen der losen Beschaffenheit, theils rschwerten Schmelzbarkeit die Anwendung der Elektrolyse praktisch unmöglich nens & Halske (J. 1893) wollen den als muthmaassliche Ursache der Schwamm-chen Zinkwasserstoff (ZnH_2) und den ausserdem entstehenden Wasserstoff durch reien Halogenen oder von Halogenverbindungen, welche unter Bildung der be-logenwasserstoffe den Wasserstoff binden, beseitigen. — Dagegen fanden Mylius (J. 1895), dass Zinkschwamm Zink ist, dessen Krystallisation durch Aufnahme von tört wurde.

(J. 1894) will die Bildung von Zinkschwamm durch häufige Stromunterbrechungen

winnung von dichtem Zink aus Sulfatlösungen muss man nach Mylius gende Bedingungen inne halten. 1. Concentrirte Lösung an der Kathode (gute g der Flüssigkeit). 2. Geringer Säuregehalt der Lösung. 3. Stromdichte von Amp. auf 1 qdm. 4. Vermeidung capillarer Räume an der Kathode. — Die erste cht man durch Anwendung eines Rührwerks zu erreichen. Der Gehalt an freier n die Sulfatlösung haben muss, braucht nur gering zu sein; 0,01 Proc. Schwefel- Da in den elektrolytischen Bädern unter Entwickelung von Wasserstoff immer ine Mengen von Zinkoxyd gebildet werden, so wird die einmal vorhandene freie wieder neutralisirt, und man muss für eine fortdauernde Zuführung neuer Säure-n, was den Process sehr unbequem macht. — Die unter 4 genannte Bedingung schwierigsten innehalten. Das Auftreten von hervorragenden Zinkkrystallen oder ffblasen führt sehr bald zur Bildung capillarer Räume, in denen eine stark ver-lfatlösung stagnirt. Selbst bei Anwendung eines Rührwerks iöglich, die Lösung wieder mit dem nöthigen Salz und der e zu versehen. — Letztere erhält man, wenn sich auch in der eilung eine kleine Anode aus Platinblech befindet entsprechend Als Rührwerk wurde eine kleine, durch eine Wasserstrahl-ene Vorrichtung verwendet, welche auf dem intermittirenden d Niederfallen einer Flüssigkeitssäule beruht. Dieselbe Vor-bte auch, die Kathode, an welcher bekanntlich starke Ver-ritt, fortwährend mit der concentrirten Sulfatlösung zu as aus Zinksulfat oder Zinkoxyd elektrolytisch gewonnene iinsichtlich seiner Reinheit den angewandten Präparaten chen. In der That ist sein Gehalt an Eisen, Blei und ierklich klein. Dennoch darf man das Metall nicht als rein

Fig. 296.

rster (J. 1898) gelingt es, beliebige Mengen Zink in guter Form auszuscheiden, Chlorzinklösung dauernd schwach sauer, am besten $^1/_{20}$ bis $^1/_{30}$ normal hält, obgleich ehendes Sinken des Säuregehalts auf $^1/_{200}$ bis $^1/_{300}$ nichts schadet. Bei stärkerem eten Wasserstoffbläschen an der Kathode auf, welche dem Niederschlag ein narbiges n. Dies lässt sich jedoch vermeiden, wenn man mittels des erwähnten Nebenstroms r Lösung einen geringen Chlorgehalt, höchstens 0,2 g Cl im Liter, unterhält. — t Anoden aus gewöhnlichem Handelszink, die mit Filtrirleinwand locker umhüllt tromdichte von 1,8 Amp./qd und einer Spannung von 0,9 Volt 0,5 k Zink in einer niedergeschlagen werden, nur an den Rändern traten ästelige Auswucherungen auf, ht mechanisch entfernt werden konnten. Das erhaltene Zink war arsenfrei. Ein-ft an Stelle des Chlorgehalts bewirkte schnelleren Säureverbrauch und erforderte tigere Ueberwachung des Säuregehalts.

sige Angaben über die Rentabilität der elektrischen Zinkgewinnung liegen .

chaften. Zink ist grauweiss, metallglänzend, von meist blätterig krystalli-veilen sehr kleinblätterigem Gefüge. Das nahe der Schmelzhitze ausgegossene

Zink hat nach dem schnellen Erkalten ein spec. Gewicht von 7,18, langsam erkal das in der Glühhitze ausgegossene schnell erkaltet 7,11, langsam erkaltet 7,12. Dur und Walzen wird das spec. Gewicht bis auf 7,2, sogar bis auf 7,3 erhöht. Reines Z bei gewöhnlicher Temperatur etwas dehnbar und kann zu dünnen Blechen ausgetri Diese Dehnbarkeit verschwindet aber schon durch geringe Verunreinigung mit ande so dass das gewöhnliche Zink bei gewöhnlicher Temperatur unter dem Hammer zer Dehnbarkeit des Zinkes ist zwischen 100 und 150° am grössten und selbst das Metallen verunreinigte Zink lässt sich bei dieser Temperatur ausdehnen; es wird heisse Walzen zu Blech verarbeitet. Ueber 150° verringert sich die Geschmeidigkei bei 200° ist das Metall so spröde, dass es zu Pulver gestossen werden kann. Es 420° und destillirt bei 950°. Bei 500° etwa entzündet es sich an der Luft und v grünlicher, hellleuchtender Flamme zu Zinkoxyd (Zinkweiss). In der Wärme d Zink sehr stark aus, weshalb sich das geschmolzene Zink beim Erstarren sehr star zieht. Durch überhitzte Wasserdämpfe oxydirt sich Zink: $HO_2 + Zn = ZnO$ welcher Eigenschaft man beim Entzinken des Bleies Gebrauch macht. An f überzieht sich das Zink mit einer Haut von Oxyd. Ein Bleigehalt von 0,5 das Zink geschmeidiger; man gibt deshalb dem zur Blechfabrikation die zuweilen einen geringen Bleizusatz. Für Zink, welches zu Messing benutzt ist ein Bleigehalt schon von 0,25 Proc. sehr schädlich, indem dadurch die F Messings bedeutend abnimmt. Durch einen grösseren Eisengehalt wird Zink brüchig.

Zink vom Schlesischen Verein Georgshütte (I), desgleichen Marke CH (II G. v. Giesche's Erben (III) bez. der Hüttenverwaltung Sagor (IV) enthiel 100 Theile:

	I	II	III	IV
Blei	1,4483	1,7772	1,1921	0,633
Eisen	0,0280	0,0280	0,0238	0,032
Cadmium	0,0245	—	—	0,054
Kupfer	0,0002	—	0,0002	Spur
Silber	0,0017	Spur	0,0007	Spur
Arsen	Spur	—	—	—
Antimon	—	Spur	Spur	—
Wismuth	—	—	Spur	—
Schwefel	Spur	0,0020	Spur	Spur

Anwendung. Zink dient als Blech zum Dachdecken, zu Gefässen, zu Röhren, zur Druckerei, zu Platten und Cylindern für galvanische Apparate, zu von Legirungen (Messing, Bronze, Goldschaum, Brocate, leonische Waaren, B als Bestandtheil galvanischer Batterien, zum Entsilbern des Werkbleies, zur von Wasserstoff, zur Verzinkung[1]), Bereitung von Zinkvitriol, Zinkweiss u. fällt Kupfer, Silber, Blei u. s. w. aus ihren Lösungen. Mit Eisen in Berüh es dieses vor Oxydation. Eine Hauptanwendung des Zinkes ist die zu (Zinkguss).

Statistik. Deutschlands Production, Einfuhr und Ausfuhr an trug (Tonnen):

---

1) Zur galvanischen Verzinkung des Eisens kann man eine neutral Zinksulfat (1,2 spec. Gewicht) anwenden bei einer Stromdichte von 200 bis 700 An Das mit einer Zinkhaut überzogene Eisen führt den Namen galvanisirtes Eise welches im Handel diesen Namen führt, ist jedoch nicht auf galvanischem Wege m zogen, sondern auf gewöhnlichem Wege verzinktes Eisen.

Um eine gleichzeitige Fällung von Kupfer und Zink, bez. eine Bildung vo oder Tombak zu erreichen, muss man dafür sorgen, dass das Zink in der Lösu herrscht. Am besten eignet sich hierzu eine warm bereitete Auflösung von 2 g sc Kupfer und 14 g schwefelsaurem Zink in 464 cc Wasser mit 20 g Cyankalium Messingplatte als Anode erhält man damit die schönsten Messing- und Tombak Kupfer, Eisen, Stahl und dergleichen Metallen.

Production	Einfuhr	Ausfuhr	Verbrauch
48 946	—	—	—
105 478	4 238	59 963	49 753
139 266	8 625	57 499	90 392
139 353	7 969	57 853	89 469
139 938	13 021	53 287	99 672
142 956	13 211	62 592	93 575
143 577	17 988	61 799	99 766
150 286	17 542	56 933	110 895
153 100	16 342	58 082	111 360
150 739 [1])	19 733	51 362	119 110

esammt-Zinkproduction der Welt beträgt zur Zeit etwa 450 000 t, davon liefert also 150 000 t (Schlesien 95 000), Belgien und Holland 130 000 t, Frankreich und 000 t, England 24 000 t, Oesterreich 8000 t, Nordamerika 89 000 t. 1880 betrug die duction erst 237 000 t, hat sich also in 20 Jahren verdoppelt. 1860 wurden kaum eugt [2]).

Cadmium.

dmium ist ein sehr häufiger Begleiter des Zinkes in den Zinkerzen, besonders in chen Galmei und in der Zinkblende. Es wurde 1817 fast gleichzeitig von Stro-Iannover und Hermann in Schönebeck entdeckt.

um wird fast nur in Oberschlesien aus dem bei der Zinkdestillation (S. 330) gehenden braunen Zinkstaub gewonnen. Die Reduction desselben geschieht zkohle in kleineren Retorten, welche mit kegelförmigem Vorstoss von Eisen-hen sind. Das in dem Vorstosse befindliche Metall wird in Gestalt von n Fingerdicke in den Handel gebracht. Auf nassem Wege lässt sich aus tigem Zink das Cadmium dadurch gewinnen, dass man ersteres mit ver-zsäure behandelt. Zink löst sich in der Säure, während das Cadmium, so im Ueberschusse da ist, zurückbleibt. Man sucht den Rückstand, welcher igen Producten auch alles Blei enthält, an Cadmium möglichst anzureichern rt letzteres endlich ab [3]).

ien lieferte im J. 1897 155 hk Cadmium gegen 42 hk im J. 1890.

um ist zinnweiss, glänzend, dehnbar und hämmerbar und verliert an der Luft seinen schmilzt bei 320° und siedet bei 770°.

egirung von 10 Th. Cadmium, 13,5 Th. Zinn, 49,8 Th. Wismuth und 26,7 Th. Blei 75°. Wood's Legirung aus 50 Proc. Wismuth, 25 Proc. Blei, 13 Proc. Zinn und lmium schmilzt bei 61°. Für Clichés eignet sich eine Legirung von 50 Th. Blei, und 22,5 Th. Cadmium. Von den Cadmiumpräparaten findet nur das Schwefel- CdS, als gelbe Malerfarbe (Jaune brillant), ferner um Toiletteseifen ein lebhaftes, zu ertheilen, und in der Feuerwerkerei zur Erzeugung von blauem Feuer Anwen-erhält sie am schönsten durch Fällen einer Lösung von schwefelsaurem Cadmium natrium, Auswaschen, Pressen und Trocknen des Niederschlages.

Natrium, Kalium und Lithium.

Ierstellung der Alkalimetalle unterscheidet sich von der des Zinkes nur erforderliche sorgfältigere Abhaltung des atmosphärischen Sauerstoffs von stillirten Metalle.

Werthe von 50 Millionen Mark.

Kupferverbrauch Deutschlands betrug 1881 etwa 19 600 t, 1890 schon 47 400 t gar 89 800 t.

. E. Jensch: Das Cadmium (Stuttgart 1898).

Zur Herstellung von Natrium wird kohlensaures Natrium mit Kohle

$$Na_2CO_3 + C_2 = Na_2 + 3CO$$
$$-2730 \qquad\qquad + 870 = -1860 \text{ hw.}$$

Die Abscheidung von 1 k Natrium erfordert somit 40 hw, also erheblich me entsprechende Reduction von Zinkoxyd. Aehnlich stellt sich Kalium:

$$K_2CO_3 + C_2 = K_2 + 3CO$$
$$-2810 \qquad\qquad + 870 = -1940 \text{ hw.}$$

Für 1 k Kalium ergibt sich — in Folge des höheren Atomgewichtes — nur

Bei der Herstellung des Natriums werden 30 k trockenes kohlensaure 13 k Holzkohle und 5 k Kreide innig gemischt und in etwa 1,2 m lange u weite eiserne Röhren gebracht. Der vordere Deckel trägt das eiserne, z eisernen Vorlage führende Abzugsrohr. Zum Schutze gegen die zerstörend des Feuers wird das Rohr meist in eine Thonröhre geschlossen. Wird nun Weissglut erhitzt, so entweicht erst Kohlenoxyd, dann auch Natrium, welc der Vorlage verflüssigt und in das eiserne mit Erdöl gefüllte Gefäss tropft. Verfahren wird nur etwa 40 Proc. der theoretischen Ausbeute erzielt, da ein Natriums verbrennt, ein grosser Theil aber sich der unvollständigen Misch der Reduction entzieht. (Vgl. J. 1887, 461.) Das Verfahren wird wenig nicht mehr ausgeführt.

In entsprechender Weise wurde Kalium hergestellt; dabei bildete sic die explosive Verbindung $K_6C_6O_6$.

Kendall (J. 1896, 236 u. 499) empfiehlt eine Doppelretorte, Thomson (J. Flammofen (vgl. J. 1889, 286). Praktisch sind diese Vorschläge nicht geworden.

Winkler (J. 1890) schlug vor, zur Herstellung von Kalium Potasche mit M erhitzen.

Castner (J. 1888) reducirte Natriumhydrat mit sog. Eisencarb welches durch Erhitzen von Eisenoxyd mit Theer hergestellt wird. Bei von 10 k Aetznatron und 2 k Carbid soll die Zersetzung in folgender schehen:

$$4NaOH + FeC_2 = Na_2CO_3 + Fe + 2H_2 + CO + Na_2.$$

Daraus würden sich folgende Wärmeverhältnisse ergeben:

Für das Natriumhydrat 4 × 1020 =	— 4080 hw
„ „ Natriumcarbonat . . .	+ 2730 „
„ „ Kohlenoxyd	+ 290 „
	— 1060 hw.

Das war also erheblich günstiger als das alte Verfahren; dabei ist zu berü dass die bei Zerlegung von FeC_2 auftretende Wärme noch hinzukommt, welche no kannt ist[1]).

Das Verfahren wurde auf der Castner'schen Fabrik in Oldbury in Weise ausgeführt. Da die Reduction des Natriums schon bei 800° stattfinde das alte Deville'sche Verfahren 1500° erfordert, so war die Verwendung mässig grosser Stahlgefässe möglich, welche gegen die früher nothwendig gusseisernen Retorten weniger Kosten, Abnutzung und mehr Ausbeute liefe Eisencarbid wurde als koksartige Masse aus einem Gemisch von sch Pech und Eisenspänen erhalten und nach dem Pulvern mit Natriumhydrat 1 lang auf 800° erhitzt. Zur Reduction dienten 20 Tiegel (Fig. 297), we

1) Nach Troost und Hautefeuille (1876) gab reines Eisen beim Lösen in chlorid 827 w, Eisen mit 4 Proc. Kohlenstoff 896 w; man wird diese Zahl aber w FeC_2 übertragen dürfen.

on'sche Generatorgasfeuerung erhitzt werden. Zum Füllen und Entleeren Tiegel gesenkt, wie die Figur andeutet. Das Natrium sammelte sich in

Fig. 297.

eckeln verbundenen eisernen Vorlagen. 6 Th. Natriumhydrat gaben 1 Th. ıd 5 Th. Carbonat. Die Reduction sollte folgender Gleichung entsprechen:

$$6NaOH + FeC_2 = Na_2 + 2Na_2CO_3 + 3H_2 + Fe.$$

r Darstellung von Kalium wurde etwas weniger Carbid genommen zur Vermeidung ɔxydbildung.

ısbeute betrug (nach Mactear) von 5,6 k Natron 0,933 k Natrium, berechnet: 0,963 k, ɔonatausbeute: 4,851 k, berechnet: 4,944 k.

ırchschnitt nahm eine Destillation ungefähr $1^1/_2$ Stunden in Anspruch, und so kann ıfe dieser Zeit, da der Ofen für drei Tiegel eingerichtet war, 3 × 5,6 k, also 16,8 k rat verarbeiten und 2,79 k Natrium und 14,5 k Natriumcarbonat gewinnen. Der e in einem Tage aus 268,7 k Natriumhydrat 44,7 k Natrium und 232,8 k wasser-

Verfahren ist jetzt durch das elektrische ersetzt.

etto (J. 1888 u. 1889) reducirte Aetznatron mit Kohle; auch dieses Verwieder aufgegeben.

ktrolytische Gewinnung von Natrium[1]). Bei der Elektrolyse ıatrium wird nach Grabau (J. 1888 u. 1890) die Zerstörung der Polzellen erhindert, dass man von dem unteren Rand der glockenförmigen Polzelle aus bis über den Stand der Schmelze führt, so dass eine elektrisch leitende g zwischen der im Innern und ausserhalb der Polzelle befindlichen Masse die untere Oeffnung der Zelle, aber nicht durch die Wand derselben hinfinden kann (J. 1891, 229). Der Apparat arbeitete im kleinen Maassstabe erwies sich aber für den Grossbetrieb völlig unbrauchbar.

1883, 1305; 1884, 1316; 1889, 286; 1891, 228.

Natrium und Kalium erhält H. J. Castner (J. 1891) durch Elekt
Aetzalkalien bei möglichst niedriger Temperatur. Der eiserne Kessel *A* (
ist so in das Mauerwerk *R* eingebaut, dass die durch die Gasbrenner *G* erzeug
gut vertheilt werden kann. Der Kessel *A* ist mit einem oder mehreren A
versehen, welche die negativen Elektrod
zunehmen vermögen, die zweckmässig
bestehen und nach oben in den Kess
Unmittelbar über dieser Kathode ist ei
Kessel *C* aufgehängt, der an seinem ob
mit einem Deckel *N* versehen ist, währe
unteren Kanten eine Gaze *M* aus Eisen
festigt ist, welche nach Anbringung des
C in seiner Lage die Kathode umschli
positiven Elektroden *F* werden aus solch
hergestellt, welches der corrodirenden
der entwickelten Gase widersteht; dies
den *F* bilden entweder einen Theil de
des Kessels *A* oder können an denselben
sein und erhalten eine derartige Lage,
der Deckel eingestellt ist, die Elektroden eine passende Entfernung von de
haben und dieselbe umschliessen. Elektrische Verbindung wird zwischen de
und dem positiven Pol der Dynamo durch die Verbindung *J* erzielt und durc
bindung *L* der negative Pol an *H* angeschlossen. Der Deckel ist mit einer O
für den Austritt von Gasen versehen, welche durch die Elektrolyse erzeug
diese Oeffnung dient auch zur Einführung eines Thermometers. Die Stell
durch Asbest isolirt.

Fig. 298.

Wenn ein elektrischer Strom durch das geschmolzene Aetzalkali *E* geführt wi
das in dem Aetzalkali enthaltene Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt, wobei
oder ein Gemisch von Sauerstoff und Wasser an dem positiven Pol abgegeben wir
das Alkalimetall und Wasserstoff oder das Alkalimetall allein an dem negativen Pol
werden. In dem Apparat steigt das Alkalimetall zusammen mit dem Wasserstoff vo
tiven Elektrode hoch und gelangt in den Behälter *C*, wobei der Wasserstoff um die
Deckels *N* herum austritt, während die Menge des geschmolzenen Metalles dauern
Von Zeit zu Zeit wird dieses angesammelte Metall *D* mittels eines grossen, mit fein
versehenen Löffels entfernt. Die Löcher lassen das geschmolzene Aetzalkali austrete
das Metall in dem Löffel verbleibt. Dem Bad wird von Zeit zu Zeit Aetzalkali zug
das entfernte Metall zu ersetzen. — Die Kathode kann in dem Ansatz *B* mittels ges
Aetzalkalis *K* entsprechend befestigt werden, welches vor dem Anfangen des Process
gelassen wird. Um eine entsprechende Ausbeute an Alkalimetall für den angewend
zu sichern, ist es nothwendig, dass die Temperatur des Elektrolytes nicht über 2
sprechenden Schmelzpunkte des angewendeten Aetzalkalis steigen gelassen wird, d.
handlung von Aetznatron, welches einen Schmelzpunkt von etwa 310° hat, sollte für da
die Temperatur unter 330° erhalten werden. Dasselbe ist für das Aetzkali oder ein
beider Hydrate zu beobachten, welche einen niedrigeren Schmelzpunkt als das Ae
Aetznatron allein hat. Das Verfahren hat sich bewährt.

Nach Rathenau (J. 1898) enthält das Gefäss *G* (Fig. 299) das zu z
geschmolzene Alkali. In dieses taucht die positive Elektrode *P*, aus Koh
o. dgl. ein, während in genügendem Abstande die Berührungselektroden *N* a
sind. Das Metall entsteht an der Oberfläche und kommt mit dem an der
Elektrode entwickelten Sauerstoff oder Halogen nicht in Berührung. Es
sich, die Berührungsflächen nicht stärker zu belasten als etwa mit 10 Amp.
Man kann den Berührungselektroden mannigfache Gestalt geben, z. B. die in
dargestellte, welche sich für die Gewinnung von Natrium gut eignen soll.

s einem Schuh *S*, der aus Schmiedeisen gefertigt und nach unten schwach
arbeitet ist. Derselbe ist an einem federnd elastischen Kupferband *B* be-
lches gestattet, die Elektrode seitlich abzubiegen und so von der Oberfläche
s abzuheben. Nach oben ist das Band mit einer Klemmvorrichtung *K* ver-
rch welche es verschiebbar an die gemeinschaftliche Sammelschiene an-
n werden kann.

ter und Muspratt (J. 1895) wollen zur Zerlegung von Natriumhydrat
ernes Schmelzgefäss verwenden, mit flüssigem Blei als Kathode im unteren

Fig. 299.

Fig. 300.

Fig. 301.

(Fig. 301). Getrennt durch eine Iso-
sbest, Kalk u. dgl.) ist der Bleibehälter
ylindrischen Theile *G* verbunden. Auch
l *K*, durch den die Anode *M* eingeführt
olirt *J* auf den Flansch *g* aufgelegt. Für den Ablauf der Legirung und die
der Bleischicht sind die Rohre *B*, *D* und *d* vorgesehen. *B* kann bei *C* durch
geschlossen werden. Zur Aufnahme der fertigen Legirung und des Ueber-
t der Behälter *E*. Die Anode ist durch den Deckel, die Kathode durch den
nit der Leitung verbunden.

tier (J. 1895) verwendet ebenfalls geschmolzenes Blei oder Zinn als
vgl. Aetznatron).

ling (J. 1895) will Natriumnitrat zerlegen. Wie weit sich diese Vor-
r den Fabrikbetrieb eignen, steht dahin.

m ist ein wichtiges Reductionsmittel, besonders für verschiedene organische Ver-

Siedepunkt von Kalium ist nach Perman 667°, der des Natriums 742°
96).

tellung von Lithium. Nach Guntz (J. 1898) schmilzt ein Gemenge gleicher
Cl und LiCl bei 380°, das Gemisch 2 KCl + LiCl schmilzt bei gegen 350° und das Gemisch
wichtsmengen beider Chloride schmilzt bei 450°. Letzteres Gemisch eignet sich am
die Elektrolyse, weil durch die Zersetzung des Chlorlithiums der Schmelzpunkt be-
kt, während er bei der Elektrolyse des Gemisches äquivalenter Salzmengen steigt.
Laboratoriumsversuch erwärmt man 200 bis 300 g in einem Porzellantiegel durch
enbrenner. Als Anode benutzt man einen Kohlenstab von 8 mm Durchmesser, als
nen Eisendraht von 4 mm Durchmesser, der sich in einem Glasrohr von 20 mm Durch-

messer befindet. Die Abscheidung des Metalles erfolgt bei Anwendung eines St 20 Volt und 10 Ampère sehr rasch. Für Darstellung grösserer Mengen Lithium verw ein Porzellangefäss von 10 cm Höhe, in dem man 2 k des Chloridgemisches schmilzt. A dient ein Eisenstab von 15 mm Dicke, welcher sich in einem Porzellanrohr von 15 messer befindet. Als Anode muss man die durch elektrische Erhitzung in Graphit v Kohle benutzen, da nur sie längere Zeit der Einwirkung des Chlors widersteht. M drei Stäbe als Anode an. Unter diesen Bedingungen kann man mit einem Strom 12 Volt und 60 bis 80 Ampère die Masse ohne äussere Wärme im Fluss erhalten und in etwa 25 g Lithium gewinnen. Man unterbricht den Strom, verschliesst die untere Ö Porzellanrohrs mit einem Eisenlöffel und hebt das Rohr mit dem darin enthaltenen L dem Bade. Nach einigen Augenblicken erstarrt das Chloridgemisch, und man erhält d indem man es ausfliessen lässt, sofort in reinem Zustande. Für die technische Dars Lithiums würde sich das Verfahren von Castner für Natrium (S. 340) eignen.

Aluminium.

Aluminium gehört als Thonerde und als Silicat zu den verbreitetsten S der Erdoberfläche; das Metall wurde zuerst im J. 1827 von Wöhler in durch Reduction von Chloraluminium mittels Kalium dargestellt.

Gewinnung[1]). Das Aluminium wurde bis 1880 nur durch Zers Chloraluminiumnatrium mittels Natrium dargestellt. Das Chloraluminiumnat hergestellt, indem ein Gemenge von Thonerde, mit Kochsalz und mit Theer in einer Retorte bei gelindem Glühen mit Chlor behandelt wird:

$$Al_2O_3 + 3Cl_2 + 3C = Al_2Cl_6 + 3CO;$$

das Chloraluminium verflüchtigt sich als Chloraluminiumnatrium und wird in Fayence ausgekleideten Kammer verdichtet. Aus dem Chloraluminiumnatr das Aluminium dadurch ausgeschieden, dass man es auf der Sohle eines Fl mit Natrium zusammenbringt, wobei freies Aluminium und eine aus Chlora natrium und überschüssigem Chlornatrium bestehende Salzmasse sich bildet, w metallische Aluminium umschliesst.

Castner[2]) reducirte Aluminiumnatriumchlorid mit Natrium (s. S. 339). In der Oldbury dienten zur Herstellung des Aluminiumnatriumchlorids 12 mit R feuerungen versehene, 6,5 m hohe, 10 m lange und 5 m breite Oefen. Jeder Of 5 Retorten; die 60 Retorten lieferten täglich 2700 k Doppelchlorid. Der Herd der Oef zur Reduction des Doppelchlorids durch Natrium diente, hatte eine längliche Form. M mit Gas auf 1000° und führte durch einen Trichter 12,5 k Natrium, 40 k Doppelchlori Kryolith als Flussmittel ein. Die Schlacke wurde in Zwischenräumen von 1¼ Stu zogen und die gebildeten 4 k Aluminium durch eine Oeffnung im Boden entfernt.

Diese Fabrik war auf eine wöchentliche Production von 1,5 t Aluminium einge stellte sich der Rohstoffverbrauch für 1000 k Aluminium wie folgt:

Natrium	2870 k
Doppelchlorid (Na_3AlCl_6)	10200 „
Kryolith	3700 „
Kohlen	8 t

Zur Herstellung von 2870 k Natrium waren erforderlich:

Aetznatron	20000 k
Carbid aus 5460 k Pech und 460 k Eisenspäne	3200 „
Gussstahl-Tiegel	2,5 t
Kohlen	75 t

Zur Herstellung von 10 200 k Doppelchlorid waren erforderlich:

1) Vgl. J. 1880, 1; 1883, 152 u. 1305; 1884, 157 u. 1319; 1885, 100; 1 1887, 373.

2) J. 1887, 459; 1888, 313; 1890, 353; 1891, 215.

Salz (NaCl)	3700 k
Thonerdehydrat	5000 „
Chlor	7000 „
Kohlen	180 t

ıtto[1]) zersetzte Kryolith mit Natrium. In der Fabrik der Alliance Aluminium lsend bei Newcastle wurde der Kryolith mit geeignetem Flussmittel (meist Kochsalz) fen auf siliciumfreier Herdsohle geschmolzen, alsdann in ein eisernes converter-efäss abgestochen. In das heissflüssige Bad wurde nun das metallische Natrium in icken von 5 bis 7 k eingetragen und untergetaucht. In wenig Minuten war die endet; der Converter wurde in eine kegelförmige gusseiserne Schlackenform entleert, itze sich das Metall nach dem Erkalten in einem Regulus vorfand. Das Verfahren ist aufgegeben.

abau[2]) reducirte Fluoraluminium mit Natrium:

$$2\,Al_2F_6 + 6\,Na = 2\,Al + Al_2F_6\,6\,NaF.$$

iesem Mischungsverhältniss muss das Fluoraluminium auf etwa 600° vorgewärmt mit, wenn dasselbe auf geschmolzenes Natrium geschüttet wird, die Reaction ohne wärmung eintritt. Das Verfahren ist nicht aus dem Versuchsstadium heraus-

ıction von Thonerde mit Kohle würde sehr viel chemische Arbeit erfordern:

$$Al_2O_3 + 3\,C = Al_2 + 3\,CO$$
$$-\,3920\text{ hw} \qquad +\,870\text{ hw} = -\,3050\text{ hw},$$

ıer keine Aussicht auf praktischen Erfolg, wenn nicht Elektricität zu Hilfe ge-rd.

Cowles[3]) wird ein Ofen L (Fig. 302) verwendet, dessen eiserner Deckel ıgen n für das entwickelte Kohlenoxyd hat. Auf dem Boden wird eine aus gepulverter und mit Kalkmilch getränkter Kohle handhoch ausgebreitet,

Fig. 302.

ommt das zu reducirende Gemisch P, gebrochener Corund gemischt mit on Holzkohle, auch Lichtkohle und die erforderliche Menge Kupfer in kleinen Mit Hilfe einer Schablone, eines rechteckigen Blechrahmens wird es erreicht, in der Mitte die gröberen Stoffe liegen. Die Elektroden MM' dienen zur g eines grossen Lichtbogens. Es sind Kohlenklötze, 7,5 cm ungefähr in hem Querschnitt bei 75 cm Länge. Der Ofen selbst hat eine Länge von Höhe und Breite von 0,3 m. Nach dieser Beschickung mit Erz wird wieder aufgestreut, zunächst zwischen Herdwand und Blechrahmen, dann nach ıtfernung, über das Ganze als deckende Schicht O'. Nun wird der Ofen Deckel geschlossen und der Strom durchgeleitet. Die verwendete Maschine 125 Pf. bei 907 Umdrehungen 1575 Ampère und 47 Volt. Damit kein ıss erfolgt, müssen Anfangs grosse Widerstände eingeschaltet werden. Nach unde ist die Reduction beendet. Die Aluminiumbronze am Boden des hält 15 bis 35 Proc. Aluminium. Das Verfahren ist wieder aufgegeben.

1888, 303 u. 317; 1889, 272.
1888, 299 u. 312; 1889, 275 u. 299; 1893, 293.
1886, 161; 1887, 379; 1888, 310; 1889, 300; 1891, 220; fernere Schmelzöfen: 53; 1895, 204.

Die Herstellung von Aluminium durch Elektrolyse von Chloralu natrium[1]) kann nicht mehr in Frage kommen. Ferner schlug zur elektrolytischen von Aluminium Grabau (J. 1892) Fluoraluminium vor, Bucherer (J. 1892), P (J. 1892, 1895 u. 1897), die Aluminiumgesellschaft (J. 1893, 292), Gruy (J Jaennigen (J. 1895) Schwefelaluminium, Gooch (J. 1895) Chloralum Kryolith.

Das Heroult'sche Verfahren wurde von 1888 bis 1893 in F Grenoble in folgender Weise ausgeführt. Zwei 300pferd. Turbinen treiben 4 maschinen von je 6000 Ampère und 15 Volt. Zur Darstellung von Alumi ein mit Holzkohle ausgefütterter Tiegel benutzt, in dessen Boden eine Metal negative Elektrode angebracht ist. Die positive Elektrode besteht aus einer block (Fig. 303). Zur Einleitung der Elektrolyse wird etwas Kryolith in c gebracht und wenn dieses geschmolzen und die Elektrolyse angefangen hat, nach und nach zugefügt. Das sich auf dem Boden ansammelnde Metall 24 Stunden abgelassen. Dasselbe hält zwischen 97,5 bis 99 Proc. Alumini Pferdekraft und Stunde sollen 16 g Aluminium gewonnen werden. — Zur H von Ferroaluminium und Aluminiumbronze besteht die beweglich anode *C* (Fig. 304) aus einer Reihe von durch Kupferbänder zusammeng Kohlenplatten, welche einen Kohlenblock von 1 m Länge und $^1/_4$ qm Q bilden. Der B Schmelztiegels ent oder Kupfer, wel und nach in eine A legirung umgewan Die Oeffnung *O* Einführen der Th des zu legirenden Bei *T* ist ein Kohl eingesetzt, welc Oeffnung verschlie welche die Leg Schlusse der Ope gelassen werden ka Arbeiten geht d von der Elektrode am Boden des T lagerten Eisen oder Kupfer. Hierbei muss er eine Lage Thonerde dur welche in Folge ihres erheblichen Widerstandes flüssig wird. Das Alumi einigt sich mit dem Kupfer und Eisen, welches die Kathode bildet, währen gewordene Sauerstoff sich bei *C* abscheidet und die Anode verbrennt. — Im J wurde die Fabrik nach La Praz in Savoyen verlegt (J. 1897, 392).

Fig. 303.

Fig. 304.

Die schweizerische metallurgische Gesellschaft in Neu das Verfahren von Heroult in folgender Weise abgeändert[2]). Der Appar positiven Pol ein Bündel *B* (Fig. 305 und 306) aus Kohlenplatten *b*, währen Metall am Boden oder Grund eines Kohlentiegels *A* den negativen Pol b

1) J. 1881, 70; 1882, 120; 1884, 158; 1887, 376. Die Bremer sogen. „Alumin stellten eine Zeit lang Aluminium mit Hilfe von Magnesium her. Dass das Grä Aluminiumpatent gar nicht ausführbar ist, hat Verf. schon früher gezeigt; die abweic gaben in Stölzel's Metallurgie sind unrichtig. (Vgl. J. 1884, 1320; 1886, 163; 1889, 284 Note.)

2) J. 1889, 280; 1890, 348 u. 355.

s Tiegels A hat einen den ununterbrochenen Betrieb ermöglichenden Aus-
Ein auf dem Boden isolirt aufliegender, oben offener Kasten a aus Eisen wird
starken Ausfütterung A von Kohlenplatten versehen, welche unter sich durch
ılenkitt verbunden
. B. Theer, Zucker-
ler Fruchtzucker.
en a soll auch gut
in; will man eine
tige Leitungsfähig-
len durch innigste
g der äusseren
ılenwände mit der
d des Kastens, so
Kasten um den
gel A herum ge-
um durch das Er-
e innigste Berüh-
der Kohle zu erzielen. Im Kasten a sind, dem negativen Leitungskabel
et, eine Anzahl Stifte a^1 aus Kupfer, welche den elektrischen Strom nach
ı Tiegel A führen. Der Boden hat an seiner tiefsten Stelle einen seitlichen
welcher mit einem Kohlenstab c geschlossen werden kann. In A hinein
e positive Elektrode B, deren einzelne Kohlenplatten b auf einander gelegt
st nicht ausgeschlossen, die Anordnung so zu treffen, dass die Kohlenplatten b
henräumen versehen sind, die mit einem leitenden Metall, wie z. B. Kupfer,
weicher Kohle ausgefüllt sein können. Am oberen Ende sind die Kohlen-
zusammengefasst durch das Rahmenstück g, dessen Oese e zum Einhängen in
e dient, mittels welcher das Kohlenbündel B höher oder tiefer gestellt werden
)as umschliessende Rahmenstück h ist mit den nöthigen Klemmvorrichtungen,
auben u. dgl., zur Befestigung des + Kabels versehen. — Mit Ausnahme
die Bewegung des Kohlenbündels nöthigen Spielraumes wird die Oeffnung
aphitplatten k überdeckt, worin einige Füllöffnungen n angebracht sind. Ent-
l diesen Oeffnungen finden sich an den Seitenwänden nöthigenfalls auch die
ngen m. Diese Kanäle mn dienen auch für die Ableitung der sich
nden Gase. Die beweglichen Platten o dienen zum Zudecken der Löcher n.
der Graphitplatte k und dem Rande des Kastens a ist eine Ausfüllung k^1 von
enpulver.

Fig. 305.

Fig. 306.

bringt zuerst Kupfer in zerkleinertem Zustand in den Behälter A; das Kohlenbündel B
uf dem Kupfer entgegengebracht, der Strom geht durch das Kupfer und bringt dasselbe
elzen. Sobald das als negativer Pol dienende Bad aus flüssigem Kupfer vorhanden ist,
n auch Thonerde ein und hebt das Bündel B noch etwas höher. Nun geht der Strom
Thonerde, welche schmilzt und sich zersetzt. Der Sauerstoff geht an die Kohle b, ver-
selbe, so dass Kohlenoxyd entweicht; das Aluminium geht ans Kupfer, so dass Alu-
nze erzeugt wird. Man füllt nun nach dem Fortschreiten der elektrolytischen Metall-
weiter nach, sowohl mit Kupfer als mit Thonerde. Zum Ablassen der angesammelten
luminiumbronze wird die mit Kohle ausgefütterte Form t unter das Stichloch gebracht,
luss des Kohlenstabes c aufgehoben. Wenn diese Form gefüllt ist, wird der Kohlen-
der zurückgelassen. Der elektrolytische Scheidungsprocess nimmt seinen Fortgang,
Kohlenbündel wieder tief gestellt wird und das Einfüllen von Kupfer und Thonerde
tgeht. Die sich als vortheilhaft erweisende, zur Verwendung kommende Stromstärke
000 Amp. bei einer Spannung von 12 bis 15 Volt.
euhausen wurde dieses Verfahren in folgender Weise ausgeführt. Eine 300pferd.
ieb zwei Dynamomaschinen von je 6000 Amp. und 16 Volt. Der Strom wurde durch
ferseile zu dem Tiegelschmelzofen geleitet. Die Arbeit begann mit dem Einsetzen von

Kupferbrocken, welche durch Einhängen des Kohlenbündels geschmolzen wurden; : Thonerde in den Tiegel, welche sich zersetzte. Aluminium schmilzt in das Kupfe Maassgabe der fortschreitenden Metallgewinnung wurde der Tiegel nach Bedarf mit mit Thonerde beschickt.

Auch dieses Verfahren wurde wieder aufgegeben und der Betrieb aluminium eingerichtet, dem Vernehmen nach unter Verwendung einer Meta im Tiegelboden (wie in Fig. 303 S. 344) und der von Kiliani (J. 1890, 346) an beweglichen Kohlenkathode. Der bei der Elektrolyse der geschmolz erde an der Kohle frei werdende Sauerstoff verbrennt diese zu Kohlenoxyd.

Die British Aluminium Company in Foyers hat 5 Turbinen un von je 700 elektr. Pf. bez. 8000 Amp. Der Heroult'sche Ofen ist ein ausgekleideter Eisenkasten, welcher die Kathode bildet; die Anode bildet Kohlenstäbe. Die Anodenstromdichte beträgt 5 Amp. auf 1 qc. Das B schmolzenem Kryolith wird in dem Maasse, als Aluminium ausgeschieden während mit Thonerde gespeist. — Die Temperatur beträgt 750 bis Spannung 8 bis 5 Volt, die Stromdichte 8000 Amp. für 1 Zelle. Die A 1 k Metall auf 25 elektr. Pf.-Stunden. (J. 1897, 389; 1898, 275.)

Die Pittsburg Reduction Comp. arbeitet nach dem Verfahren vo nach welchem Aluminiumdoppelfluoride, Al_2F_6, $6NaF + Al_2F_6 + CaF_2$, u von Thonerde elektrolytisch zerlegt werden. Im Schmelzraume stehen g eckige Schmelzkessel aus Kesselblech mit einem starken Futter aus hart Kohle, welches als Kathode dient. Eine schwere Kupferstange führt über den positiven Strom zu, an welcher mittels Schraubenklammern aus Gusseisen je 2 Kupferstäbe herabhängen, an deren unterem Ende schwere Kohlen positive Elektroden in die Schmelze eintauchen. Das Ganze steht auf Zi durch die umspülende Luft den Boden vor Ueberhitzung zu schützen. An angebrachte Kästen enthalten Voltameter, welche das Anwachsen des im K birten Potentials anzeigen, und damit dem Arbeiter zum Nachsetzen neuer das Zeichen geben. Das Schmelzbad ist mit einer Decke von Kohlenstau Der Kesselbauch enthält einen Sumpf zur Ansammlung des geschmolzen welches in Löffel abgestochen wird.

Die im Bade vereinigten Bestandtheile und deren zur Zerlegung erforderlich Potentiale sind folgende:

Thonerde	2,8 Volts
Aluminiumfluorid	4,0 „
Natriumfluorid	4,7 „

Die Arbeit des Stromes ist bei nicht zu hoher Spannung lediglich auf die Ze Thonerde, so lange solche im Bade in hinreichendem Betrage vorhanden, gerichtet; d verbindet sich mit den Kohlenanoden zu Kohlensäure. — Angenommen, dass ein K schnittlich 6 Volts verbraucht, so gibt ein Strom von 1 Amp. durch ein Potential bewegt, 6 Watts elektrischer Arbeit, welcher 7 g Aluminium in 24 Stunden abscheide

Die Fabrik zu New Kensington bei Pittsburg, welche mit Dampfmaschinen bet erzielt mit 1500 Pf. täglich 900 k Aluminium. Seit Juli 1895 hat diese Gesellschaft ei anlage an den Niagara-Fällen im Betriebe, welche auf den Ländereien der Niagara Company 400 m oberhalb des neuen Krafthauses belegen ist. Der elektrische Wechs 2500 Volts und 500 Amp. (1700 elektrische Pf.) wird nach den Schmelzwerken durch grundleitung geführt; er geht dann durch sechs stehende Transformer, welche mit ei von etwa 3 Proc. den Strom von 2500 Volts in 115 Volts umwandeln, bei gleic sprechender Vermehrung der Ampères. Die Ströme eines jeden Paares dieser werden in drehende Transformer, jeder von 500 Pf., geleitet, deren jeder den Wechs 115 Volts auf 3600 Amp. in einen Gleichstrom von 160 Volts auf 2500 Amp. mit maligen Verlust von 3 Proc. umwandelt. Drei dieser parallel aufgestellten Transfo

1) J. 1891, 218; 1894, 252 u. 358; 1896, 195; 1897, 390.

n von 7500 Amp., welcher auf schweren Kupferstangen von 51,6 qc zu dem Schmelz-
itet wird; hier läuft der Strom durch eine Reihe von 30 Kesseln, mit welchen ein
isbringen von etwa 1 t Aluminium im Tag erzielt wird. Man beabsichtigt jedoch die
erweitern in der Weise, dass jeder der drehenden 500pferd. Transformer zu 800 Pf.
wird und ein fünfter von gleicher Leistung hinzugefügt wird. Hierdurch wird die
oppelt und die unbesetzte Hälfte des Schmelzraumes wird mit einem zweifachen Satze
ln ausgerüstet werden. Die Leistung der so vergrösserten Anlage wird dann 2,5 t
i im Tag betragen. — Dieselbe Gesellschaft baute ferner ein Werk auf dem Gebiete der
Power Company am Niagara mit sechs grossen Dynamos von je 750 Pf. Die Leistung
ige soll nahezu 2,2 t Aluminium täglich betragen. — Die Erzeugung der im Betriebe
n Anlagen der Pittsburgh Reduction Company beträgt täglich gegen 5000 k oder 1500 t

ı Minet (J. 1898) ist der Elektrolyt aus 66 Th. Chlornatrium und 30 Th.
mnatriumfluorid bei 800° genügend dünnflüssig für die Elektrolyse. Die
ist 7,5 Volt, wovon 3 Volt für die Zersetzung verbraucht werden, während
an elektrischer Energie = 24,5 Secunden-Pf. dazu dienen, die 80 k be-
Masse des Elektrolyten flüssig zu erhalten. Wendet man Ströme von mehr
Amp. an, so kann man den Verbrauch an elektrischer Energie zur Heizung
s verringern. Er kann aber nicht kleiner als 50 Proc. der Gesammtenergie
werden. Da von den im Bade enthaltenen Stoffen das Aluminiumfluorid den
ı Zersetzungspunkt hat, wird dieses zunächst durch den Strom zersetzt. Das
gewordene Fluor gibt mit der während der Elektrolyse zugesetzten Thonerde
ninium und Sauerstoff. Man erhält 65 Proc. der theoretischen Stromausbeute
nium und gewinnt mit einer elektr. Pf.-Stunde 25 g
m. Das Elektrolysirgefäss besteht aus Metall; da
Einwirkung des geschmolzenen Fluorids nicht wider-
irde, leitet man von der Kathode durch einen geeig-
derstand etwa $^1/_{100}$ des Stromes an das Elektrolysir-
Dadurch bedeckt sich dieses im Innern mit einer sehr
chicht von Aluminium, welche das Gefäss gegen die
ng des Bades schützt (Fig. 307). Die Elektroden
aus Kohle, das an der Kathode *C* abgeschiedene Alu-
iesst in den Tiegel *c*.

Fig. 307.

der Elektrolyse zeigen zwei Elektroden aus gleichem Stoff,
atin oder Kohle, keine merkliche Potentialdifferenz. Kohle,
in einem anderen Bade als Elektrode gedient hat, zeigt
ge Potentialdifferenz gegen frische Kohle, die schnell ver-
, wenn man beide Kohlen durch einen Widerstand verbindet. Dagegen gibt geschmolzenes
n gegen Kohle einen beständigen Strom von 1,5 bis 1,95 Volt. Wenn man mit sehr
lektromotorischen Kräften zwischen Kohleelektroden elektrolysirt, erhält man bei
en von 0,0067 bis 0,128 Volt Ströme von 0,0021 bis 0,0425 Amp. und Stromdichten
005 bis 0,0000100 Amp./qc; die Stromstärke ist der Spannung nahezu proportional,
E = 3,10 . J. Bei Spannungen von 0,32 bis 1,20 Volt und Stromstärken von 0,05 bis
t die Stromstärke nicht mehr der Spannung proportional, sondern wächst schneller als
gilt auch bei Spannungen von 1,59 bis 4,30 Volt, bei denen die Stromstärke von 11 bis
steigt. Man kann in diesen Intervallen die Abhängigkeit der Spannung von der Strom-
rch die Gleichung E = a + 0,024 J ausdrücken, wo 0,024 der Widerstand des Bades
Werthe besitzt, die mit der Stromstärke von 1,33 bis 2,30 steigen. Das Verfahren,
890 bis 1894 in St. Michel durch Bernard Brothers in Paris ausgeführt wurde,
es nach 1894 durch den Hallprocess ersetzt wurde, wird jetzt im kleinen Maassstabe
ircharbeitung daselbst weitergeführt.
elektrolytische Herstellung von Aluminium aus wässrigen Lösungen ist aus-

. 1888, 296 u. 308; 1889, 279; 1891, 219 u. 220; 1892, 212; 1895, 203;

Eigenschaften. Aluminium ist bläulichweiss, hat ein spec. Gewicht vo härter als Zinn, aber weicher als Zink und Kupfer; es hat einen starken Klang; es s etwa 660° (J. 1896).

An der Luft ist Aluminium beständig. Diese Beständigkeit geht so weit, d oxyde wie Eisen-, Blei-, Kupfer-, Mangan- und Zinkoxyd bei lebhafter Rothglut noc durch zersetzt werden. Beim Erhitzen von gepulverten, aluminiumreichen Kupfe auf Rothglut wird stets mehr Kupfer als Aluminium oxydirt, ja man kann unreines durch Abtreiben mit Blei reinigen, wenn auch mit bedeutendem Verluste. Erst be hafter Rothglut werden die Oxyde des Eisens und Kupfers durch Aluminium zersetz wird es zum werthvollsten Reductions- und Raffinationsmittel. — Schwefelwasse nicht den geringsten Einfluss auf Aluminium aus. Schwefelsäure von einer V bei der Eisen und Zink rasch in Lösung gehen, wirkt auf Aluminium nur äusserst la Salpetersäure, die sonst alle Metalle ausser Gold und Platin löst oder oxydirt, oberflächlicher Beobachtung gar keine Wirkung auf reines Aluminium zu äussern. Lösungsmittel für Aluminium sind Salzsäure und Natronlauge. Verdünntes greift Aluminium lebhaft an unter Entwickelung von Wasserstoff (J. 1896). Verdün nische Säuren sind in der Kälte ohne Einfluss auf Aluminium. 4proc. Essigsäure Citronensäure machten nach mehrtägigem Stehen in der Kälte nicht die geringste auf Aluminium geltend, auch nicht bei Gegenwart von Kochsalz. Kohlensaure (Soda und schwefelsaure (Glaubersalz) Alkalien oxydiren augenblicklich, Borax und kiesel werden durch Aluminium zersetzt, indem Bor und Silicium in das Metall übergeh spröde und grau machend. Am unschädlichsten beim Schmelzen sind Kryolith un Ersterer wirkt indess ebenfalls lösend auf Aluminium unter Bildung aluminiumr Fluorüre, Kochsalz aber verdampft viel zu leicht, so dass man am besten thut, für Rein überhaupt kein Flussmittel zu verwenden. Durch Schmelzen des Aluminiums mit Sil man Verbindungen mit bis zu 70 Proc. Silicium erhalten. Mit 1 bis 2 Proc. Silic Metall schon sehr grau, aber in der Kälte noch ziemlich weich und zäh, in der Wär fast kaum mehr schmiedbar; über 2 Proc. Silicium machen es schon spröde und brü die Hämmer- und Walzbarkeit des Aluminiums sind geringe Mengen von Eisen und von Kupfer viel schädlicher als Silicium.

Aluminium lässt sich heiss wie kalt schmieden. Man hat Folie von $^1/_{160}$ mm Dick und Draht bis 0,1 mm Durchmesser ziehen können. Beim Walzen ist ein Schmiern flüssig; dagegen empfiehlt sich beim Drehen ein Einschmieren der Werkzeuge mit Ter Petroleum und hohe Umdrehungsgeschwindigkeit. Zum Feilen benutzt man am bes gehauene Feilen, da doppelt gehauene sich schnell mit Spänen verstopfen. Auf M Holzformen lässt es sich leicht treiben, wenn man als Schmiermittel eine Lösung von S in Terpentin verwendet. Zum Mattiren taucht man die Gegenstände einige Stund heisse 10proc. Natronlauge, der man 2,5 Proc. Kochsalz zusetzt, bis sie schwarz werd und trocknet in Sägemehl. Zum Poliren benutzt man eine Mischung von Olivenö oder von Schmirgel und Talg, darauf Pariserroth und Terpentin. Hochglanz erzi Blutstein oder dem Polirstahl, beides in die Rum-Oelmischung oder in eine schwach ammo Lösung von Borax getaucht (J. 1898).

In Folge seiner grossen Weichheit ist das Aluminium geneigt, beim Drehen, Feilen zu schmieren und den Stahl in der Weise abzustumpfen, dass die Schneide hängenbleibenden Aluminiumtheilchen umhüllt wird. In Folge dessen findet mehr als ein Schneiden statt und die Flächen werden dadurch leicht rauh und uneben. meidet diesen Uebelstand dadurch, dass man auf einmal nur kleine Späne nimmt un Metall und Stahl fortwährend reichlich mit Oel bestreicht. Die Abtrennung einzel von einem grösseren Stück gelingt am besten mittels der Fraise. Mit einer gutgeschr geölten Kreissäge lässt sich das Metall fast wie Holz schneiden. — Der Grabstichel glei weichen Metall auffallender Weise ab wie auf Glas oder Diamant. Benetzen mit eine von 4 Th. Terpentinöl und 1 Th. Stearinsäure (oder Olivenöl mit Rum) hebt die stand auf.

Man kann Aluminium in gewöhnlichen Thontiegeln einschmelzen, ohne durch siliciumhaltig und spröde würde, vorausgesetzt, dass man dabei kein Flussmitte und dass die Temperatur nicht weit über den Schmelzpunkt des Metalls hinausgeht. D der Aluminiumtheilchen unter sich ist viel grösser als ihre Adhäsion an das Tiegelma es hat den Anschein (bei nicht zu hoher Temperatur), als wenn gar keine richtige zwischen dem Tiegel und dem Metall stattfände. Durch Zusatz von Flussmitteln wir rührung befördert und sofort beginnt die Siliciumaufnahme. Es ist unter allen empfehlenswerth, die Tiegel mit reiner Kohle oder dem Gemisch eines indifferenten Theer auszufüttern.

Rürup (J. 1897) wird das Schwinden des gegossenen Aluminiums bedeutend ver-
enn man dem im Graphittiegel geschmolzenen Metalle nach dem Herausnehmen des
s dem Ofen auf 20 k geschmolzenes Metall etwa 20 g Phosphor zusetzt. Das so be-
luminium liess sich aber weder schmieden, noch walzen, es brach vielmehr sowohl in
vie in der Wärme kurz ab; das „Sacken“ hatte sich hierbei aber gänzlich eingestellt;
ar an und für sich tadellos und liess sich sehr gut poliren. — Aluminium, welches man
uswalzen oder zu Draht ausziehen will, erhält man, wenn man das Metall bei nicht zu
peratur im Eisentiegel einschmilzt, den Tiegel einen Augenblick stehen lässt und
die Oberfläche des Bades giesst, wodurch letztere spiegelblank wird. Nachdem das
nt ist, giesst man in die Form (stehende vorgewärmte Eisenform) langsam, in dünnem
lass beim Erstarren des Metalls, wenn es anfing zu „sacken“ (denn dieser Uebelstand
nicht zu vermeiden), nachgegossen wurde. Die auf diese Weise hergestellten Blöcke
stets ausgezeichnet walzen und schmieden, sowie zu Draht ausziehen.

lminiumloth werden Legirungen von Aluminium, Zink, Zinn, Wismuth u. dgl.
gen (J. 1892, 213; 1893, 294; 1894, 254; 1896, 198; 1898, 281).

llüberzüge[1]). Zur Versilberung von Aluminiumgegenständen
se nach Reinigung in heisser Salpetersäure in nicht zu concentrirter Kalilauge von
emperatur (15 bis 25°) getaucht, bis Gasentwickelung eintritt. Aus dieser Lösung
ben, werden sie abgeschwenkt, aber nicht abgetrocknet, und mit der dünnen, noch an-
Laugenschicht in das Silberbad als Kathode eingeführt. In gleicher Weise verfährt
deren Metallen; selbstverständlich darf man das mit einer alkalischen Haut bedeckte
hierbei im Allgemeinen nicht in ein sauer reagirendes Bad einführen, weil sonst die
g des Alkali auf die Säure schädliche Nebenwirkung mit sich bringt. So kann also
pfern nicht das gewöhnliche Kupfersulfatbad verwandt werden. Es empfiehlt sich
ösungen, welche man beim Zusatz von Ammoniak zu einer Kupfersalzlösung erhält,
pferchlorid. — Die Aluminiumgegenstände von verschiedener Herkunft unterscheiden
tlich in Bezug auf die Dauerhaftigkeit der Ueberzüge. Es gibt Sorten, bei welchen
Versilbern nach der vorher angegebenen Behandlung noch nicht Producte gibt, welche
derungen genügen. Hier führt ein in der Galvanoplastik allgemein bekanntes Hilfs-
vorherige Amalgamirung, in Verbindung mit dem Kaliverfahren zum Ziel. Nach
mit Salpetersäure wird der Aluminiumgegenstand in Kalilauge (nicht zu concentrirt)
is Gasentwickelung eintritt. Darauf hält man ihn für einige Sekunden, nachdem er
kt ist (nicht getrocknet), in eine verdünnte Quecksilbersalzlösung, z. B. 5 g Queck-
d auf 1 l Wasser. Beim Herausnehmen wird sich ein schwarzer Beschlag zeigen, der
ürste abgewaschen wird. Das Aluminium kommt nun wieder in die Kalilauge, in
tzt eine sehr lebhafte Gasentwickelung eintritt. Zur völligen Sicherung kann man
ochmals in die Quecksilbersalzlösung bringen, wieder abwaschen und wieder in die
Aus dieser herausgehoben, wird es abgeschwenkt und dann in eine Cyanidsilber-
Kathode eingeführt. Das so versilberte Aluminium lässt sich walzen, biegen, poliren.
anderer Seite wurden den Bädern verschiedene organische Stoffe zugesetzt, z. B.:

Silbernitrat	68 g
Cyankalium	68
Salmiakgeist	90
Milchzucker	9
Wasser	5,4 l

kalten Versilberung:

Silbernitrat	68 g
Cyankalium	68
Salmiakgeist	900 cc
Brenzcatechin oder Hydrochinon	8 g
Wasser	5,4 l

dbad:

Natriumphosphat	45 g
Natriumsulfit	3
Chlorgold	3
Salmiakgeist	3
Cyankalium	1,5
Milchzucker	18
Wasser	5,4 l

1893, 296; 1894, 255; 1895, 207; 1898, 279.

Mit diesem Bade kann heiss oder kalt plattirt werden.

Zur Verkupferung wird in Neuhausen eine Lösung von 100 g Kupfervitriol concentrirter Salpetersäure von 1,334 spec. Gewicht im Liter angewendet.

Aluminiumlegirungen[1]). Zinn erhöht, in Mengen von 1 bis 15 Proc. dem zugesetzt, die Festigkeit und Schärfe grosser Gussstücke, ebenso die Schärfe der Linie und vermindert das Metallschwinden. Die Legirungen sind jedoch spröder, und ob kleine Zinnmengen bei manchen Güssen vortheilhaft sind, so wendet man sie gewöl nicht an, weil sie theuer und spröde sind. Bisweilen benutzt man Phosphorzinn, un und Schweissbarkeit der Aluminiumlegirungen zu erhöhen. — Nickel härtet die A verbindungen. In Mengen von 7 bis 10 Proc. Nickel und dem Reste Aluminium erh beste Gussmetall zu Zwecken, wo Festigkeit mit Härte und anderen guten Schmelzeig erwünscht ist. Legirungen für Juweliere sind: 26 Th. Nickel + 8 Th. Aluminium Nickel + 10 Th. Silber + 30 Th. Aluminium + 20 Th. Zinn. — Mangan ve Aluminium besonders Schärfe und Härte.

Aluminium mit etwa 5 Proc. Wolfram und Kupfer legirt soll säurefest sein.

Nach Durand (J. 1897) hat eine Legirung von 2 Th. Aluminium und 1 Th. Z Festigkeit, wie gutes Gusseisen, ist aber zäher; sie ist weiss gefärbt, oxydirt nicht leich bei dunkler Rothglut, etwa bei 540 bis 600°, und kann daher leicht über einem Sc in einer Giesspfanne geschmolzen werden, wobei sie sehr dünnflüssig wird und enge I ausfüllt, in welcher Beziehung sie dem Messing weit überlegen ist.

Cl. Winkler (J. 1892) zeigt, dass Speisegeräthschaften aus Alumi vielleicht etwas, aber nicht viel stärker abnutzen, als solche aus legirtem Silber, dageg als solche aus Neusilber.

Plagge (J. 1892) u. A. fanden, dass verschiedene Getränke, Bier, Wein u auf Aluminium einwirken. Nach anderen Versuchen (J. 1892, 214) wird Aluminium der für Ess-, Trink- und Kochgeschirre im allgemeinen in Betracht kommenden Zeit und alkalische Flüssigkeiten, sowie Salzlösungen angegriffen und zwar bei Zimmerwä hältnissmässig geringem Grade. Bei Siedehitze ist die Löslichkeit sehr verschieden u in manchen Fällen eine beträchtliche Grösse. Die Angreifbarkeit der Geschirre wi Zeit in Folge von Veränderung der Oberfläche des Metalls häufig geringer. Mit der ist je nach der Art derselben stets ein verhältnissmässig bedeutender Materialverlust Eine Schädigung der Gesundheit durch den Genuss von Speisen oder Getränken, wel miniumgeschirr gekocht oder aufbewahrt worden sind, ist bei den hierbei gewöhnlich kommenden Verhältnissen nicht zu erwarten.

Nach Donath (J. 1895) wird Aluminiumblech von kochendem Wasser mehr o verändert und angegriffen. Gypshaltiges Wasser wirkte gar nicht, Chloride stärker, N ziemlich bedeutend auf Aluminiumblech. Es lässt sich demnach gegen die Verwe Aluminiumkochgeschirren vom hygienischen Standpunkte allein kein gewichtiger erheben, zum Mindesten keiner, der schwerwiegender wäre, wie der, der gegen die V unzweckmässig emaillirter Gefässe geltend gemacht werden kann. — Versuche erga dass Fette und Fettsäuren selbst bei Zutritt von Luft nahezu ohne jede Einwirkung auf sind; das Aluminium kann in dieser Richtung als das widerstandsfähigste aller unsere verwendeten Metalle angesehen werden. Das Aluminium eignet sich daher besond zeugung von Versandgefässen für Fette und fettreiche Producte, sodann in Form miniumfolie als zweckmässiges Emballagirungsmittel für fetthaltige Nahrun und Conserven; es wird ferner ausser den bereits bekannten noch weitere Ver als zweckmässiges Construktionsmaterial für manche Zwecke der Fettindustrie finden schmelzen von Fetten und Fettsäuren, zu Leitungsröhren für solche, zu Krystallisi Fettsäuren statt der bisherigen verzinnten oder emaillirten Gefässe, welche, abgesehe Schwere, noch den Nachtheil haben, das bei der geringsten Verletzung des Ueberzuge energischer Angriff des Eisens und deshalb Missfärbung der Fettsäuren erfolgt.

Bei der Saline in Ebensee wird Aluminium zu verschiedenen Werkzeugen un mit gutem Erfolge verwendet, bei welchen ein möglichst geringes Gewicht und Widerstandsfähigkeit gegen den Einfluss von Chlor und Säuren Hauptbedingungen sin die Fällgefässe, die Vorrichtungen zur Auswage des Salzes bei der Brikettirung, die Abnahme der von der Maschine ausgestossenen Salzbriketts aus Aluminium schon se 6 Monaten ununterbrochen in Verwendung und halten sich sehr gut. Auch zu Salzsch als Dörrbleche wurde Aluminium an Stelle der Stahlschaufeln und Eisenbleche dahier verwendet, und es zeigte sich, das Aluminium dem warmen und feuchten Salze viel be steht als Eisen und andere Metalle. (J. 1896, 198.)

---

1) J. 1893, 295; 1895, 207; 1897, 267.

erstellung einer guten Bronze schmilzt man das Kupfer vollständig nieder, uminium in Barren darauf und taucht es unmittelbar darauf noch mit einer Zange in olzene Kupfer unter. Dann rührt man gut durch mit der Vorsicht, dass man den selt, sobald er zu roth geworden ist. Das Metall bleibt noch eine gute Viertelstunde dann nimmt man den Tiegel heraus, rührt nochmals mit einem durchlöcherten Eisen-rch und giesst zuletzt bei Orangeglut.

arben der Bronzen mit über 20 Proc. Aluminium ist bläulichweiss, zwischen 20 und iss, bei 15 Proc. beginnt der Uebergang zur gelben Farbe und bei 5 Proc. ist letztere des Goldes täuschend ähnlich; 3proc. Bronze ist dem rothen Gold vergleichbar. n Siliciumgehalt wird die schöne Goldfarbe der Bronze bedeutend beeinträchtigt. cht die Farbe mehr weissgelb, in höheren Procenten sogar im Bruch grau. Für alle i denen die Farbe der Bronzen wirken soll, muss man siliciumarme oder -freie verwenden. Bei 140° nehmen die Bronzen eine prachtvolle, tief goldgelbe Anlauf-öchster Beständigkeit an. — Bronzen über 11 Proc. sind ungemein spröde und brüchig, c. abwärts nehmen dieselben an Zähigkeit zu und erreichen zwischen 8 und 5 Proc. der Dehnung, wie er bei keinem Metall überhaupt sonst erreicht wird.

iderstandsfähigkeit gegen Oxydation übertrifft die Aluminiumbronze alle anderen . Diese Widerstandsfähigkeit ist im Allgemeinen proportional dem Aluminium- und proportional dem Siliciumgehalte. Die stark siliciumhaltige Aluminiumbronze ist tändig. Lässt man eine Bronze mit 3 Proc. Silicium nur offen im Zimmer liegen, so frischen Bruchflächen schon nach 24 Stunden mit einer grünlichen Decke überzogen, liciumarme Bronze unter den gleichen Verhältnissen noch nach Jahren gelbe Bruch-t. Ebenso wenig beständig ist die Aluminiumbronze gegen Schweiss u. s. w. Be-schönen goldfarbigen Sorten werden durch das Berühren fleckig und sind sehr schwer . Gegen Essig und andere organische Säuren sind die Aluminiumbronzen nicht ndig. Vorzüglich hält sich die Aluminiumbronze gegen die Sulfitlaugen der efabriken. Die Widerstandsfähigkeit ist im Allgemeinen proportional dem Alu-lte. Aehnlich wie gegen Sulfitlaugen ist auch das Verhalten gegen andere Säuren, aun u. dgl.

vendungen der Aluminiumbronze. Dieselbe hat in vielen Cellulose- und briken die Phosphorbronze vollständig verdrängt. Alle Theile der Sulfitkessel Ventile, Armaturen, Pumpenkörper u. dgl.) und der Holländer können aus Aluminium-rtigt werden. Diese Unveränderlichkeit der Aluminiumbronze in Verbindung mit barkeit, Festigkeit und Härte machen dieselbe besonders verwendbar für die feinen e sie in Papierfabriken verwendet werden und auch überall da in Gebrauch sind, e einer starken Reibung ausgesetzt sind, z. B. bei der Verarbeitung der Thomas-. Die ausgezeichnete Widerstandsfähigkeit gegen saure Flüssigkeiten befähigt die bronze ferner zur Herstellung von Druckwalzen. — Wegen seiner Härte passt sehr gut zu Lagern jeder Art, besonders deswegen, weil die Härte keineswegs, wie harten Metallen, mit Sprödigkeit verbunden ist, desgleichen für Pulverwalzen, für Werkzeuge der Pulverfabrikation. Stahlwerkzeuge geben bekanntlich leicht d sind deswegen auf den Pulverfabriken ganz ausgeschlossen. Aluminiumbronze ist bruchsicherer als andere Bronzen und theilt mit letzteren die Eigenschaft, bei Reibung keine Funken zu geben. Auch für Hochofendüsen ist sie sehr geeignet.

Herstellung von Aluminiummessing schmilzt man das Messing wie gewöhnlich or oder nach dem Zink die bestimmte Menge Aluminium zu. Letzteres wird als Stück granulirt) mittels einer Zange untergetaucht, bis es sich gelöst hat, dann das Metall eisernen Löffel oder Stab gut durchgerührt und noch eine kurze Zeit „kochen“ ge-gewöhnlich. Man kann auch die Legirung statt mit Reinaluminium mit hochprocen-s 25 Proc.) Aluminiumbronze herstellen. Diese wird einfach mit dem Kupfer nieder-n und das Messing ganz wie gewöhnlich fertig gemacht. Je grösser der Zinkgehalt, iger Aluminium darf zugesetzt werden, soll die Legirung nicht zu hart und zu spröde Bei 40 Proc. Zink soll man den Aluminiumgehalt nicht über 2 Proc. steigen lassen. zen diese im Zinkgehalt hohen Legirungen nicht jene ausgezeichnete Bruchdehnung ten mit weniger Zink.

Verwendung von Aluminium zur Erzielung dichter Güsse wurde bereits erwähnt. 93, 296.)

nartig ist das Verfahren von Goldschmidt (J. 1898) zur Herstellung schmelzbarer Metalle aus den Oxyden mittels Aluminium. Er ver-r Entzündung des Gemisches eine sog. Zündkirsche, eine durch irgend einen zusammengehaltene Kugel aus Aluminiumpulver und Baryumsuperoxyd. In

dieser Kugel steckt ein Stück Magnesiumband, das zunächst mit einem Strei
zündet wird. Eine sehr niedrige Entzündungstemperatur hat ein Gemisch v
nium mit Natriumsuperoxyd, das beim Verreiben bei Gegenwart einer gering
Feuchtigkeit schon bei gewöhnlicher Temperatur sich mit explosionsartiger
entzündet. Ebenso wie Aluminium wirken hier Magnesium, Zinkstaub, Anti
sulfid, Calciumcarbid und bekanntlich viele organische Stoffe. Das Alumi
in zerkleinertem Zustande angewandt werden, am besten in Form von s
niumgries.

Die Metalldarstellung, und zwar in erster Linie die Reindarstellung vo
und Mangan, geschieht in der Weise, dass Aluminium und das zu reducire
gut gemischt werden. Von der Mischung wird etwas in einen Tiegel ge
darin entzündet. In dem Maasse, wie die Reaction fortschreitet, gibt man
von dem Gemisch zu. In Folge der grossen Reactionswärme scheidet sich
in geschmolzenem Zustande aus und eine Schlacke von ebenfalls geschmolze
erde schwimmt darüber. Das Verfahren kann ununterbrochen ausgeübt wer
man zwei Abstichöffnungen anbringt, eine für das Metall und eine für die
Da die Reaction sehr schnell vor sich geht, so kann man selbst in einem mäs
Tiegel in der Minute 1 bis 2 k Aluminium oxydiren, wobei der Tiegelinhalt i
Fluss gehalten wird, da ja lediglich feste Verbrennungsproducte entstehe
deswegen möglich, in einem ganz beschränkten Raume und in kürzester Z
einfachste Weise grosse Mengen Metall darzustellen. Als Tiegel kann man
Magnesia ausgekleideten Thontiegel nehmen, sich aber auch einfach mit Ma
gekleideter Erdlöcher von passender Grösse bedienen. — Es ist auffallend,
auf diesem Wege unmittelbar aluminiumfreie Metalle erhält, sobald die Misc
gewählt sind, dass ein geringer Ueberschuss an Sauerstoff vorhanden ist, w
das Aluminium vollständig verbrannt wird. Da das Aluminium des Handels
frei von Kohle ist, so erhält man auch ein von dieser Verunreinigung freies

Bei den Metallen, bei denen die einheitliche regulinische Abscheidung Schw
bietet, bewirkt man leichter ihre Darstellung in Legirungen, wie z. B. beim
auch wegen seiner ausserordentlich grossen Schwerschmelzbarkeit nur in Legirungen
schmolzen werden kann. Es hat sich gezeigt, dass eine Legirung von 40 Proc. Titan u
Eisen noch so schwer schmelzbar und so wenig legirungsfähig war, dass man zur
von 20 Proc. Titaneisen übergehen musste, das jetzt vorzugsweise in den Hand
wird. In gleicher Weise wird auch ein Boreisen mit 20 bis 25 Proc. Bor in den
bracht. Auch sind die entsprechenden Legirungen mit Kupfer und Nickel gemacht w
wird ferner Chromkupfer dargestellt, das noch bei 10 Proc. Chrom fast vollständi
des Kupfers besitzt, aber bedeutend zäher und härter ist als dieses; es wird ebenfalls
lich zum Weiterlegiren benutzt. Auch Legirungen von Chrom und Mangan werden
In gleicher Weise sind auch Legirungen von Beryllium und zwar besonders
dargestellt worden, indem gleichzeitig ein Kupferoxyd bez. -oxydul mit der Beryllerd
Aluminium reducirt worden ist. Berylliumlegirungen lassen sich so sehr leicht an
Schliesslich ist auch die Darstellung von geschmolzenem reinen Vanadin gelunge
dings wegen seines sehr hohen Preises vorerst mehr wissenschaftliches Interesse be
dürfte. Das Gleiche ist in noch weit höherem Maasse mit Niob und Tantal der Fal
falls nach diesem Verfahren wohl zum ersten Mal auf directem Wege in geschmolzene
dargestellt worden sind. Während aber von dem Vanadin bereits grosse Stü
schmolzen sind, die das Metall als ein sehr hartes und sprödes kennzeichnen, sind vo
Tantal, weil deren Verbindungen schwer zu beschaffen sind, nur sehr kleine Mengen
gestellt worden.

Die Verbrennungswärme des Aluminiums ist, im Vergleich zu der
Elemente:

H	34200 w
C	8317
Al	7140
Mg	6077

P	5964 w
Na	3293
Ca	3284
S	2200
Fe	1352
Zn	1314
As	1030
Sn	573
Cu	321
Pb	243
Bi	95

ugleich mit entstandene Schlacke besteht, sofern man Sauerstoffverbindungen zur
enommen hat, aus Korund. Man kann sie entweder wieder auf Aluminium ver-
d dann dieses wieder zur Metalldarstellung verwenden, also einen vollständigen Kreis-
führen; dabei ist zu bemerken, dass das so erhaltene Aluminium stets eine geringe
betreffenden Metalls oder Oxydes enthält und sich daher am besten zu neuen Reduc-
nämlichen Metalls eignet. Besonders vortheilhaft ist aber die Verwendung des
s Schleifmittel, da er vor dem natürlichen Smirgel bedeutende Vorzüge besitzt
mit Leichtigkeit ritzt. Die geringere Härte des Smirgels rührt daher, dass dieser
umeist bedeutende Mengen von Eisenoxyd und Magneteisenerz, sondern stets auch
ocent Wasser enthält, das nicht einmal durch starkes Glühen vollständig zu entfernen
oder Schlacke wurden sogar nicht einmal von Diamanten geritzt, die zu Bohrzwecken
noch ihre natürlichen Flächen hatten. — Zu dieser ausserordentlichen Härte scheint
ein geringer Gehalt an harten Oxyden, insbesondere an Chromoxyd, beizutragen, die
r Schlacke ihre eigenthümliche Farbe verleihen. Insbesondere sind die schönen
ster von kleinen flachen, zumeist nadelförmigen Rubinen auffällig, die sich mehr oder
lreich in Hohlräumen der von der Chromdarstellung herrührenden Schlacke finden.
tallnester, den Kathodenstrahlen einer Vacuumröhre ausgesetzt, erglühen genau so
echte Rubinen. Natürlich wird man mit dem so gewonnenen künstlichen Korund
he Aufbereitung vornehmen, wie mit dem natürlichen Smirgel, indem man ihn vor
die richtige Korngrösse bringt. Der so aufbereitete chromhaltige Korund besteht
aus lauter kleinen, sehr scharfkantigen Rubinen. — Durch diese gleichzeitige Ge-
n Korund erweist sich diese Art der Metalldarstellung, insbesondere die des Chroms,
rs werthvoll. Bekanntlich wird letzteres heute in der Stahlindustrie, besonders für
en, in ganz bedeutender Menge verwendet und fast ausschliesslich nach einem sehr
en und somit kostspieligen Verfahren als Ferrochrom mit einem Gehalte von 40 bis
rom zumeist im Tiegel dargestellt. Die neue Darstellungsweise des reinen Chroms
fen, dies Ferrochrom nach und nach vollständig zu verdrängen.

r zur Darstellung von Metallen und von Korund können diese Reactionen noch zur
oher Temperaturen bei der Metallbearbeitung angewendet werden. Hierbei wird der zu
Gegenstand mit dem Reactionsgemenge umgeben und von diesem erwärmt. Um die Hitze
usammenzuhalten, umgibt man die Erwärmungsmasse nach aussen am besten mit Sand.
iniumproduction betrug hk:

Deutschland		Schweiz	England	Frankreich	Vereinigte Staaten	Gesammt-Erzeugung
eugung	Einfuhr	Erzeugung	Erzeugung	Erzeugung	Erzeugung	
100	—	—	10	19	2	132
100	—	—	10	24	29	163
150	—	—	10	20	81	261
150	—	—	115	41	86	392
—	—	—	345	148	216	709
—	—	405	700	370	278	1 753
—	—	1686	525	360	761	3 333
—	—	2373	410	750	1 336	4 870
—	—	4374	—	1370	1 513	7 168
—	—	6000	—	2700	3 704	12 403
—	—	6500	—	3600	4 167	14 267
—	5915	7000	—	5000	5 896	17 896
—	9424	8000	3000	5000	18 144	34 144

Der Preis von 1 k Aluminium betrug:

Jahr	1855	1856	1857	1857 bis 1886	1886	1888	Anfang 1890
Mk.	1000	300	240	100	70	47,50	27,60

Jahr	Anfang 1891	Ende 1891 bis 1893	1894	1895	1896	1897
Mk.	12,00	5,00	4,00	3,00	2,60	2,50

Die Leistung der vorhandenen Aluminiumwerke werden in folgender Weise ge

	Maschinenkraft	Tägliche Leistung
Vereinigte Staaten:		
New Kensington, Pa. . . .	1600 Pf.	9 hk Aluminium
Niagara Falls, N. Y. . . .	5500	30
Schweiz:		
Neuhausen	4000	20
Rheinfelden	6000	35
Frankreich:		
La Praz	2500	12
Saint Michel	2000	10
Grossbritannien:		
Foyers-Fälle	3000	15
Norwegen:		
Sarpsfos-Fälle	5000	28

Magnesium.

Das Magnesium[1]), welches als Chlor- und Brommagnesium im I und im Carnallit, als Magnesiumsulfat im Kieserit, Schoenit und Kainit ur bonat in dem Magnesit und den Dolomiten sich findet, ausserdem als Si Hauptbestandtheil vieler Gesteine ausmacht, ist silberweiss, hat etwa die Kalkspathes und läuft an der Luft an. Etwas oberhalb des Schmelzpunktes es sich und verbrennt mit blendend weissem Licht zu Magnesia. Sein spe ist = 1,743.

Man stellte früher das Magnesium wie Aluminium dar, indem man Chlormag Carnallit durch Erhitzen mit Natrium reducirte.

R. Bunsen stellte (1852) das Magnesium zuerst elektolytisch aus Chlo mittels seiner Kohlenzink-Elemente her. Als Zersetzungszelle diente ein etwa 9 cm weiter Porzellantiegel, welcher durch eine bis zur halben Tiefe hinabreichende Sch zwei Hälften getheilt war. Durch den Deckel gingen die beiden Kohlenpole der B sägeförmigen Einschnitte des negativen Poles dienten dazu, das ausgeschiedene Meta schmelzenden Salze zu halten, da es sonst an die Oberfläche steigt und hier theilweis Verf.[2]) zeigte zuerst, dass geschmolzenes Chlorkaliummagnesium ($KMgCl_3$, Carnall eignet ist zur elektrolytischen (d. h. durch Dynamomaschinen) Abscheidung des Magn dass das Verbrennen desselben durch Ueberleiten von reducirenden Gasen verhin kann. Grätzel hat dieses Verfahren dahin geändert, dass er den eisernen Schmelz als negative Elektrode verwendet (wie dieses für Kalium bereits Davy vorschlug).

Jetzt wird Magnesium ausschliesslich durch Elektrolyse aus geschmolzene hergestellt.

Die technische Verwendung des Magnesiums ist nur gering (vgl. J. 1884, 1319; An eine Verwendung von Magnesium zu Beleuchtungszwecken ist nur in Fällen (etwa für Kriegszwecke, Schiffe, Photographen u. s. w.) zu denken.

1) J. 1880, 3; 1882, 120; 1883, 152; 1884, 158 u. 1318; 1885, 100; 1887, 375.
2) J. 1882, 120; 1884, 158 u. 1317.

III. Abschnitt.

emische Fabrikindustrie; unorganisch.

Wasser.

·kommen. Das Wasser kommt wesentlich als Regen-, Quell-, Fluss- und Meer-
r. Kühlen sich nach Sonnenuntergange die auf der Erdoberfläche befindlichen Gegen-
ter den Thaupunkt ab, so schlägt sich ein Theil des in der Luft befindlichen gas-
Wassers in Form von kleinen Tröpfchen als Thau auf die Körper nieder, der bei
ren unter 0° zu Reif erstarrt. Wird eine grössere Luftmenge unter ihren Thaupunkt
, so scheidet sich die entsprechende Wassermenge ebenfalls in kleinen Tröpfchen ab,
en Nebel, Wolken. Diese Tröpfchen senken sich langsam nieder, werden, falls die
uftschichten wärmer und daher noch nicht mit Wasser gesättigt sind, wieder dampf-
llen aber als Regen — gefroren als Schnee und Hagel — auf die Erde nieder,
Feuchtigkeitsgehalt auch der tieferen Luftschichten sich dem Thaupunkt nähert.
Menge dieser jährlich niedergeschlagenen Meteorwasser ist im Allgemeinen am grössten
pen und in der Nähe des Meeres, am geringsten im Norden. So beträgt die mittlere
er Niederschläge (Regenhöhe) in:

Madrid	25 cm	Hannover	58 cm
Wien	45 „	Genua	118 „
Berlin	57 „	Havanna	231 „
Paris	57 „	auf St. Domingo	273 „

diesen Durchschnittszahlen weicht die Regenmenge einzelner Jahre oft ganz bedeutend
trägt die Regenhöhe Frankfurts als Durchschnitt von 30 Jahren 60 cm, 1864 betrug
doch nur 36 cm, 1867 dagegen 144 cm.
diesem Meteorwasser wird etwa die Hälfte durch Verdunstung der Atmosphäre
mittelbar zugeführt, das übrige dringt zum grössten Theil in den Boden zur nächsten
ssigen Schicht, auf der es dem Gesetz der Schwere folgend weiter fliesst, bis er schliess-
Brunnen künstlich gehoben oder als Quelle zu Tage tritt, um mit dem oberfläch-
ssenden Meteorwasser in Bächen und Flüssen dem Meere zugeführt zu werden.
einen wird daher ein durchlässiger Boden und zerklüftetes Gestein reiche Quellen, ein
chlässiger Thonboden und feste Gesteinsmassen aber nur schwache Quellen liefern.

sammensetzung[1]). Regenwasser und Schnee enthalten die Be-
le der atmosphärischen Luft in den ihren Löslichkeitsverhältnissen ent-
len Mengen[2]), als Stickstoff, Sauerstoff, Kohlensäure, sowie die Verun-

---

usführlich in F. Fischer: Chemische Technologie des Wassers. (Braunschweig,
g u. Sohn.) S. 86.

l Wasser löst bei 760 mg und folgenden Temperaturen:

	bei 0°	10°	20°
Sauerstoff	41	33	28 cc
Stickstoff	20	16	14 „
Kohlensäure	1797	1185	901 „

reinigungen der Atmosphäre. Auf reinen Flächen gesammeltes Wasser kann in vielen Fällen an Stelle von destillirtem Wasser in der chemischen Ind wendet werden. Das von den Dächern zusammenfliessende Wasser ist zu B Regens meist durch Vogeldünger, Staub u. dgl. verunreinigt. Das in Cist bewahrte Wasser, welches namentlich an sumpfigen Küsten für alle häusliche verwendet wird, ist oft sehr unrein.

Von den Verunreinigungen der Atmosphäre sind namentlich Schwefligsä Ammoniak und Salpeter beachtenswerth.

Schwefligsäure bez. Schwefelsäure entstammt namentlich den Steinkohlenf So enthielt nach Sendtner in München frisch gefallener Schnee in 1 k z. B. 7 mg schwefelsäure, am folgenden Tage 17,6 mg, nach 10 Tagen 62,2 und nach 16 Ta 91,8 mg. Der Schnee nimmt also sehr rasch die in der Stadtluft vorhandene Schwefe Schwefligsäure auf; letztere geht bald in Schwefelsäure über. Frischer Schnee en 3,1 mg SO_3 und 3,4 mg SO_2, 2 Tage alter Schnee 29,4 mg SO_3 und 1,6 mg SO_2. D schwefelsäurehaltige Schnee ist für im Freien stehende Marmordenkmäler u. dgl. hängnissvoll. — Smith fand im Liter Regenwasser in Liverpool 35 mg, in Manche in Newcastle on Tyne (Schwefelsäurefabr.) sogar 430 mg Schwefelsäure und zwar gr im freien Zustande.

Der Chlor- bez. Kochsalzgehalt des Regenwassers ist nur an den Küsten bedeu

Das Ammoniak im Regenwasser stammt wesentlich aus Fäulnissvorgängen, aus Feuerungsgasen bei mangelhafter Verbrennung. Gewöhnlich enthält das Regen 0,5 bis 5 mg, zuweilen aber selbst 30 mg Ammoniak; Schnee enthält namentlich Ammoniak, wenn er längere Zeit am Boden gelegen hat.

Regenwasser enthält ferner 1 bis 10, zuweilen aber auch selbst 50 mg Salpet welche meist aus Zersetzungsvorgängen organischer Abfälle, theils auch durch elekt ladungen gebildet wird.

Quell- und Brunnenwasser. Das mit diesen Stoffen belade wasser dringt, soweit es nicht sofort wieder verdunstet, zum grössten The Boden, und tritt nach Aufnahme von Bestandtheilen der durchflossenen Bode als Quellwasser wieder zu Tage oder wird durch Brunnenanlagen künstlich g

Man unterscheidet in den Wässern meist gebundene Kohlensäure als welche mit den vorhandenen Metallen einfache Carbonate, von der halbgebunden mit den Carbonaten Bicarbonate bildet und beim Kochen ausgetrieben wird, im Ge freien Kohlensäure, welche im Wasser nur gelöst ist. In einigen Quellen, vulkanischer Gegenden (Eifel, Laacher See u. s. w.), findet sich die Kohlensäure Mengen, dass das Wasser derselben sein mehrfaches Volum gelöst enthält. Die ge Brunnen- und Quellwässer verdanken ihre Kohlensäure theils der Atmosphäre, zu Theil aber den im Boden stattfindenden Fäulniss- und Verwesungsprocessen. Sie die Zersetzung der Gesteine und bildet Bicarbonate von Calcium und Magnesium, v von Eisen, Natrium u. s. w., so dass gewöhnliche Quellwässer nur einen verhält geringen Theil der Kohlensäure im freien Zustande enthalten. Brunnenwässer enth Regel keine freie Kohlensäure, wohl aber oft, wenn sie einem verunreinigten Boden e bedeutende Mengen von Calcium- und Magnesiumbicarbonat, haben somit eine änderliche Härte.

Die Mengen von Kalk, Magnesia, Alkalien, Schwefelsäure schwanken — je Bodenbeschaffenheit — sehr bedeutend. Ebenso die Mengen der Zersetzungsproducte Abfallstoffe, welche meist in grosser Menge in den Boden dringen. Diese zerfalle mittlerer Temperatur und unter dem Einfluss niederer Organismen sehr rasch in n gekannte Zwischenproducte und bilden bei Zutritt von atmosphärischem Sauerstoff K Ammoniak, dann Salpetrigsäure und Salpetersäure. Die Phosphate, die Kalisalze, di haltigen organischen Stoffe und das Ammoniak werden von dem Boden grösstenthe gehalten und den Pflanzenwurzeln zugeführt, die Chloride, Nitrate und Sulfate dagege Wasser den Quellen und Brunnen zugeleitet[1]).

Wenn einem nicht mit Pflanzen bestandenen Boden stickstoffhaltige organische geführt werden, so wird bei hinreichendem Luftzutritt der Stickstoff der organische

1) Vgl. Ferd. Fischer: Die menschlichen Abfallstoffe, ihre praktische Besei landwirthschaftliche Verwerthung (Braunschweig, 1882); — Ferd. Fischer: D seine Verwendung, Reinigung und Beurtheilung, 3. Aufl. (Berlin, 1900).

mmoniak in Salpetrigsäure und diese in Salpetersäure übergeführt, welche von dem er aufgenommen und den Brunnen und Quellen zugeführt wird. Kann jedoch wegen m Luftzutritt keine hinreichende Oxydation der organischen Stoffe erfolgen, so werden, bsorptionskraft des Bodens erschöpft ist, von dem Wasser auch das Ammoniak und niss begriffenen organischen Stoffe selbst aufgenommen. Ein Wasser, welches ent-ewohnten Orten dem Boden entquillt, kann daher völlig frei von diesen Zersetzungs-thierischer Stoffe sein, andere enthalten nur Spuren, einige selbst mehrere Milligramm ure, ohne dass eine Verunreinigung mit thierischen Abfällen nachweisbar wäre.

ser von Brunnen, welche im Grundwasser der Städte stehen und nur oder doch eils von den einsickernden Schmutzflüssigkeiten der Strassengossen, Abortsgruben und i gespeist werden, müssen diese Verunreinigung natürlich meist in erschreckendem gen. In diesen steigt der Gehalt an Schwefelsäure bis 1 g, an Ammoniak bis 100 mg, chen Stoffen bis etwa 1 g und an Chlor bis etwa 900 mg. Da letzteres wesentlich alzgehalt der menschlichen Abortstoffe entstammt, so gibt es, weil es nicht vom Boden lten oder verändert wird, ein schätzbares Mittel zur Beurtheilung eines .wassers.

Zusammensetzung des Flusswassers ist natürlich sehr verschieden, da sie Beschaffenheit der Zuflüsse abhängt. — Meerwasser enthält vorwiegend ium, dann Chlormagnesium, schwefelsaures Calcium und schwefelsaures Magne-liverbindungen finden sich nur in geringen Mengen. Kohlensaures Calcium lls nur wenig vorhanden, oft sogar nur in Spuren, in der Nähe der Küsten eichlicher; noch geringer ist der Gehalt an kohlensaurem Magnesium. Der rückstand beträgt meist 3,3 bis 3,9 Proc. [1]).

fluss der Bestandtheile des Wassers auf die Verwendung. asser [2]). Bekanntlich enthält der Körper eines erwachsenen, 70 k schweren etwa 40 k Wasser, wovon durch den Stoffwechsel täglich erhebliche Mengen eden und somit durch Trinkwasser oder sonstige Getränke und wasserhaltige wieder ersetzt werden müssen. Die Beschaffenheit des Genusswassers muss das Wohlbefinden des Menschen von grossem Einfluss sein. Gutes Trink-ll möglichst rein sein, jedenfalls keine Krankheitskeime enthalten. Da es ten möglich ist, die Krankheitskeime selbst nachzuweisen, so muss man sich Forderung beschränken, dass das Wasser möglichst frei ist von Zersetzungs-ı thierischer Abfälle. Bei Beurtheilung eines für Genusszwecke be-Wassers ist daher die Art der Gewinnung, die Umgebung der Quellen, des u. dgl. zu berücksichtigen. Es ist z. B. keineswegs gleichgültig, ob die en Stoffe, auch die organischen Keime einem torfigen Boden oder einer Abort-tstammen. Werthvolle Anhaltspunkte gibt der Gehalt an Chlor, Ammoniak, und Nitriten. Gutes Trinkwasser soll ferner nicht zu hart sein; die Temperatur soll wenig schwanken.

sselspeisewasser [3]). Bei Beurtheilung eines Dampfkesselspeisewassers rücksichtigen, inwiefern dasselbe zerstörend auf die Kesselbleche einwirken e Absätze (Kesselstein) bilden kann. Während die Zerstörung der Kessel-von aussen auf die Einwirkung der Schwefligsäure und des überschüssigen fes der Rauchgase (Dingl. J. 232, 237) bei gleichzeitigem Vorhandensein chtigkeit zurückzuführen ist, sind die Ursachen der Zerstörungen der Dampf-f der inneren Seite in den Bestandtheilen des Speisewassers zu suchen. — gnesium begünstigt namentlich die Zerstörung der Bleche; in Zuckerfabriken gezeigt, dass Zucker gefährlich für Kessel werden kann. Fetthaltiges Speise-

---

[1]) Die Gewinnung und Reinigung des Wassers wird ausführlich in Fischer: e Technologie des Wassers (Braunschweig, 1878) besprochen.

[2]) Ausführlich in Ferd. Fischer: Das Wasser, 3. Aufl. (Berlin, 1900).

[3]) Fischer: Chemische Technologie des Wassers S. 209.

wasser soll nicht verwendet werden. — An der Bildung von Kessels besonders schwefelsaures Calcium, kohlensaures Calcium und kohlensaures M betheiligt. Vom Verf. untersuchte Kesselsteine hatten z. B. folgende Z setzung:

	1	2	3	4	5	6	7
Kalk (CaO)	44,38	34,13	36,43	44,32	38,20	40,07	46,
Magnesia (MgO)	0,82	6,69	2,64	4,90	3,02	0,25	5,
Eisenoxyd und Thonerde . .	2,24	5,28	1,67	2,10	0,52	Spur	2,
Schwefelsäure (SO_3)	28,22	37,04	45,21	18,76	48,41	56,94	0,
Kohlensäure (CO_2)	19,25	6,09	3,66	24,48	3,40	Spur	35,
Kieselsäure	0,47	Spur	0,88	Spur	—	—	0,
Wasser unter 120°	—	—	0,41	—	0,71	1,07	—
„ über 120°	3,68	7,90	3,04	2,31	3,50	0,68	2,
Unlösliches	0,48	2,25	5,65	2,46	1,91	—	4,
Also im Wesentlichen:							
Anhydrit ($CaSO_4$)	—	—	49,98	31,96	50,44	90,44	1,
Calciumsulfat ($2CaSO_4 . H_2O$) .	50,75	67,14	29,73	—	30,30	—	—
Gyps ($CaSO_4 . 2H_2O$)	—	—	—	—	4,27	8,60	—
Calciumcarbonat ($CaCO_3$) . .	44,25	14,65	8,30	55,65	8,20	—	81,
Magnesiumhydrat	1,19	9,69	3,83	7,11	4,36	—	8,

Das schwefelsaure Calcium scheidet sich also, je nach der herrschende ratur und dem Salzgehalt des Wassers als Anhydrit oder mit Krystallw Magnesia als Hydrat. Auch Calciumhydrat bildet feste Krusten, wenn z. Wasserreinigung zu viel Kalkmilch verwendet wird.

Die Verhütung von Kesselstein, welcher die Wärmeübertragung erschwe durch Reinigung des Wassers, bevor es in den Kessel eingeführt wird, erreichen, was am besten in der S. 366 angegebenen Weise mit Soda geschieh besonders ist aber vor den zahlreichen sogen. Kesselsteinmitteln zu welche sämmtlich auf Schwindel beruhen.

Wasser für Bierbrauereien. Wenn man auch vielleicht der Besc des Wassers zuweilen einen zu grossen Einfluss auf die Güte des Bieres hat zu wollen, so können doch einige Bestandteile des Wassers ungünstig auf das We Gerste, auf den Sud- und Gährungsprocess einwirken.

Faulende organische Stoffe und die begleitenden Mikroorganismen im Wasser s ders zu fürchten. Als Weichwasser angewendet, wirken sie nachtheilig auf di theile des Malzes ein, befördern namentlich die Schimmelbildungen und sonstige s Vorgänge auf der Tenne und gefährden, da sie beim Darren nur theilweise unschädlic werden, auch die Haltbarkeit des Malzes und unter Umständen den Maischvorgang. derartiges Wasser bei der Verwendung zum Einmaischen schädlich wirkt, hängt wohl von den angewendeten Temperaturen ab, unappetitlich ist es jedenfalls; beim Kochen werden die Bakterien und Pilzkeime getödtet. Zum Spülen der Gefässe, zum Auff Waschen der Hefe u. dgl. verwendetes Wasser kann durch seinen Keimgehalt besond lich werden. Dass es zur Beurtheilung solchen Wassers nicht genügt, die entwickelu Keime zu zählen, hat zuerst Hansen gezeigt. Von ihm ausgeführte vergleic suche mit Koch'scher Nährgelatine (I) und gehopfter Würzegelatine (II) ergabe Mengen entwickelungsfähiger Keime:

	I	II
1.	100	0
2.	222	0
3.	1000	7
4.	750	3
5.	1500	9

ı entscheiden, welche von den Bakterien das Bier angreifen und welche unschädlich
nan also die Versuche mit denjenigen Organismen anstellen, welche sich wirklich in
əntwickelt haben.

ıan Ammoniak und Salpetrigsäure im Trinkwasser verdächtig zu bezeichnen pflegt,
lche Wässer auch zu Brauzwecken und besonders in der Mälzerei u. s. w. nur mit
äussersten Fällen benutzt werden. Eine Mälzerei, die nach Lintner's Unter-
t einem Wasser weichte, das diese Stoffe enthielt, hatte stets mit starker Schimmel-
Malze zu kämpfen; dieselbe verlor sich, als es möglich wurde, ein anderes, besseres
liesem Zwecke verwenden zu können.

rösserer Gehalt an Magnesia ist bedenklich. Ueber den Kalkgehalt sind die Angaben
lt, doch steht fest, dass weiches Wasser den Quellprocess der Gerste rascher fertig
hartes Wasser. Da aber weiches Wasser der Gerste mehr Extractivstoffe und Salze
hen entzieht als kalkhaltiges, so ist bei ersterem grössere Vorsicht nöthig. Nach
ıyer wird dem Gerstenkorn durch weiches Wasser mehr Phosphorsäure und phosphor-
ım entzogen als durch hartes Wasser, das innerhalb des Kornes unlösliche Phosphor-
ıdungen bildet, die dann später durch die Milchsäure der Maische wieder in Lösung
Dagegen veranlasst hartes Wasser beim Weichen die Entstehung unlöslicher Proteïn-
lungen, verringert somit die Ausbeute an löslichen eiweissartigen Stoffen. Immerhin
ser mit mässigem Kalkgehalte für Mälzereien vortheilhaft.

len Sudprocess ist weiches Wasser vorzuziehen, wenngleich gypshaltiges die Klärung
befördert.

;ser für Spiritusbrennereien soll ebenfalls möglichst rein sein, dabei
r möglichst kühl.

sser für Stärkefabriken soll frei sein von darin schwebenden Stoffen,
ischen Ausscheidungen und Pflanzenresten (Schlammflocken), Eisen und Algen
ren Pilzen.

Zuckerfabriken kommen als Melasse bildend weniger die Chloride als
e und Alkalicarbonate in Betracht; besonders schädlich sind aber die Nitrate,
cker am Krystallisiren hindern. Des bedeutenden Dampfverbrauches wegen
dem das Verhalten des Wassers für die Dampfkessel der Zuckerfabriken von
ichtigkeit.

Papierfabriken schadet namentlich ein Gehalt an Eisen, wegen Bildung
lecken, Kalk und Magnesia beim Verdünnen der Harzseifelösung durch theil-
setzung derselben.

sser für Gerbereien soll keine faulenden organischen Stoffe enthalten, da
Verfallen des Leders bewirken.

uche von Eitner ergaben, dass die freie Kohlensäure (und in Folge dessen auch die
welche Bicarbonate enthalten) schwellend auf die Häute wirken. Dagegen schwellen
de die Haut nicht; sie heben sogar die schwellende Wirkung der Säuren auf. Meer-
daher für Gerbereizwecke nicht brauchbar. Als vorzüglich gute Schwellstoffe für
eben sich dagegen das schwefelsaure Calcium und Magnesium. Hieraus erklärt sich
ortheilhafte Wirkung eines vorsichtigen Zusatzes von Schwefelsäure zu einem Wasser,
iel Bicarbonate enthält. Ferner werden in weichem Wasser die Felle im Allgemeinen
ıd dünn, was erwünscht ist, weil sich in diesem Zustand der fettige und schmutzige
t und leicht entfernt werden kann; hartes Wasser hält den Fettstoff in der Erstarrung
sich derselbe, und im Zusammenhang damit der Schmutz, nur schwer. Ist man auf
ısser angewiesen, so beachte man die folgenden Regeln: Dasjenige Wasser, welches
tzt wird, dass die Felle darin wässern und schlank werden, d. h. verfallen sollen, also
rben- und Fleischfaçons, suche man vorher in eine gewisse Temperatur zu setzen, die
r 12° heruntersinkt, wohl aber kann diese bis zu 22° aufwärts steigen. Der von den
löste Leim fällt die Kalksalze des Wassers. (J. 1894, 147.)

der Herstellung von Leim ist zu berücksichtigen, dass die Erschöpfung der
rwendeten Gerbereiabfälle mit weichem Wasser weit vollständiger ist als mit
Ein mit hartem Wasser gekochter Leim löst sich ferner nach dem Trocknen
r wieder auf.

ısser für Bleichereien und Färbereien soll völlig klar und farblos
darf namentlich kein Eisen enthalten.

Enthält ein Wasser so viel organische Stoffe, dass es davon deutlich gefärbt i es in der Wollbleiche Veranlassung zu Flecken in der Waare geben. Besonders ge aber die Verunreinigung des Wassers durch Eisenverbindungen. Zunächst veranlas Behandeln der Wolle mit Soda die Befestigung von Eisenoxyd auf der Gewebsfaser o selben bei der Behandlung mit Seife die Bildung einer Eisenseife, welche sich nach gefärbten Waare in Form von Flecken bemerklich macht; schliesslich wirkt eisenhalt in der Flotte selbst nachtheilig auf den Farbton, so dass es nicht einmal für dunkle Sch selbst nicht für schwarze Töne zu gebrauchen ist. Nicht minder verderblich ist ein ei Wasser beim Färben und Drucken anderer Stoffe, sowie für Bleichereien dur sogenannter Rostflecke.

Harte Wässer ändern den Ton verschiedener Farben und wirken besonder durch Zersetzung der Seife.

Dass sich in der Türkischrothfärberei nur mit kalkhaltigem Wasser feurige T bringen lassen, erkannte schon 1791 J. M. Haussmann. Nach Kielmeye Cochenilleroth und Holzroth auf Wolle oder Baumwolle in hartem Wasser einen bläuli der ihrer Lebhaftigkeit bedeutend schadet. Auch das echte alte Krapproth und Kra auch das moderne Alizarinroth und -Rosa entziehen sich dem Einflusse des kalkhaltig nicht. Dagegen wird das sonst so unechte Corallinroth, auf Wolle oder Baumwoll durch kalkhaltiges Wasser nicht verändert, wie auch Corallinroth auf Wolle der öfter lung mit schwacher Seifeflüssigkeit viel besser widersteht als Cochenilleroth. Der E im Wasser enthaltenen kohlensauren Kalkes und der kohlensauren Magnesia zeigt sic lich, wenn die ausgewundene feuchte Waare in der Warmhänge oder auf dem heisse getrocknet wird. Hier wirken die im feuchten Gewebe mit dem Wasser zurückg kohlensauren Verbindungen auf das Roth ein, indem sie, wie ein schwaches Alkal bläulich nüanciren und damit verdüstern. Es ist deshalb eine wohlbegründete Vor artige Waare, möglichst gut ausgewunden, auf der kalten Lufthänge zu trocknen. haben die auch im lufttrockenen Gewebe zurückbleibenden Carbonate späterhin, we heiss gepresst oder kalandrirt oder durch heissen Appret über die Trockentromm wird, immer noch Gelegenheit, auf die Farbe zu wirken. Gibt man den fertig gefär stoffen nach dem Waschen und Auswinden, vor dem Trocknen, einige Umgänge mit Essigsäure ganz schwach angesäuertes Wasserbad, oder fügt man bei Baumwoll Appretmasse eine geringe, durch Versuche zu ermittelnde Menge Essigsäure oder A hinzu, so dürfte dieses Mittel den Einfluss der Erdalkalien auf fertiges Roth genügend u machen. Einige Fabriken pflegen die gefärbten Rosastücke sogar nach dem Appreti Lufthänge zu trocknen — ein Verfahren, welches sowohl für den Appret als für Rosa v ist, welches jedoch nur in den Sommermonaten möglich, für den Grossbetrieb überl durchführbar ist.

Erheblicher sind die Schwierigkeiten, welche die veränderliche Härte des Was Farbflotte hauptsächlich der Baumwollfärberei mit sich bringt, obgleich man einer nur verhältnissmässig geringen Wassermenge zu thun hat. Nach den Unter Rosenstiehl's ist für die Krapp- und Garancinefärberei, wie für das Färben mit k Alizarin ein bestimmter Kalkgehalt des Wassers, ungefähr wie die Mühlhauser Doll 50 mg kohlensaures Calcium enthält, sogar erforderlich. Das Alizarin und das Pu im Wasser der Farbkufe so viel natürlichen kohlensauren Kalk oder essigsauren finden, dass sich unter allen Umständen Monocalciumalizarat oder der demselben ent Purpurinkalklack bilden kann, wenngleich die Bildung des letzteren nicht unbedin aber immerhin für die Echtheit und Lebhaftigkeit der aus der Flotte hervorgehenden Vortheil ist.

Ulrich zeigte, dass Diphenylfarbstoffe, Alkaliblau, Echtviolett, Echtroth, Bo farbstoffe u. a. durch kalkreiches Wasser sehr ungünstig beeinflusst werden. Nach kann chloraluminiumhaltiges Wasser sehr schädlich sein (J. 1890, 1120).

Bei der Reinigung der Wolle und Gewebe sind Kalk und Magnesia nic durch schädlich, dass sie einen Theil der Seife unwirksam machen (s. u.), sonder durch, dass sich die gebildete Kalkseife nur schwer wieder von der Faser entferne nachher bei der Aufnahme des Mordant oder des Farbstoffes eine Reihe von Unre keiten hervorruft. Beim Waschen der Wolle mit Soda oder Urin sind Kalk und weniger schädlich, da sich die auf der Gewebsfaser niedergeschlagenen Carbonate le fernen lassen.

Bemerkenswerth ist auch der Einfluss der Wasserbestandtheile bei der Herst Rohseide. Es wird allgemein angenommen, dass der Seidenfaden, wie er von d raupe erzeugt wird, mit einem Firniss oder Gummi überzogen sei, der sich in kochend wasser auflöst. Bei dieser Behandlung lösen sich aber nach L. Gabba und O. Te

ärbenden Bestandtheile des Seidenfadens auf. Cocons verlieren beim wiederholten
nit Seife 22,26 Proc., Rohseide 20,14 Proc., so dass beim Abwickeln der Coconfäden
Wasser 2,12 Proc. organische Stoffe verloren gehen. Gerade diese sind es aber, die
e Ansehen, Farbe und Stärke geben und daher in der Rohseide zurückbleiben sollten.
wickeln der Cocons zu ermöglichen, muss das natürliche Gummi zwar erweicht, aber
werden, da es die einzelnen Coconfäden zusammenkleben soll, um nach dem Erhärten
denfaden seine Festigkeit zu geben. Die Stärke der Seide nimmt genau im Ver-
Verlustes an löslichen Stoffen ab, während die Elasticität nur in untergeordneter
n abhängt. Die in den weichen Wässern ersponnenen Seiden sind weniger ansehn-
er schön in Farbe und weniger kräftig als jene, welche mit den härteren Wässern
werden. Der Grund liegt eben darin, dass die löslichen Stoffe von den weichen
chter als von den harten aufgelöst und damit der Seide entzogen werden, während sie
och gerade erhalten bleiben sollten. Dagegen geben die Seiden, welche in kalk- und
n Wässern ersponnen werden, die schönsten Producte, so dass der Rohseidenproducent
dung der harten Wässer den Vorzug gibt. Für den Stofffabrikanten und namentlich
er sind aber die mit hartem Wasser ersponnenen Seiden nicht die vortheilhaftesten,
Seiden enthalten immer etwas Kalk mechanisch eingeschlossen. Da wo Kalktheilchen
denfaden haften, wird der Farbstoff des Färbebades weniger leicht aufgenommen und
n Folge dessen streifig erscheinen, ein Umstand, der namentlich für die nicht be-
Seiden von grösster Wichtigkeit ist. Für helle Farben wird also der Färber den
Vorzug geben, welche in weichen Wässern gesponnen werden [1]).

ser zum Hausgebrauch. Beim Gebrauch von Seife, sei es in der
der im Haushalt, ist der Gehalt des Wassers an Kalk und Magnesia von der
edeutung.

ntlich löst sich Seife im kalten Wasser nicht klar auf, sie wird in einen löslichen,
ihaltigen und einen selbst in Alkohol unlöslichen saueren Theil zerlegt; nach
tten dieselben bei einem Versuche mit einer guten Kernseife folgende Zusammen-

	Seife	Unlöslicher Theil	Löslicher Theil
Fettsäuren	89,55	91,36	86,51
Natron	10,45	8,64	13,49

nlösliche Theil enthielt vorwiegend Palmitinsäure, der lösliche Oelsäure. Der un-
eil scheint, im kalten Wasser wenigstens, völlig wirkungslos zu sein, der lösliche bildet
teln in reinem Wasser Schaum, dessen zahllose Bläschen beim Waschen den Schmutz
und von dem zu reinigenden Gegenstande entfernen. Diese Wirkung kann aber erst
ten, wenn das Seifenwasser schäumt, und das ist wieder erst dann möglich, wenn die
n Kalk- und Magnesiasalze als unlösliche, schmierige, fettsaure Verbindungen aus-
sind. Bei dieser Zersetzung werden 31 Th. Natron und 47 Th. Kali durch 28 Th.
20 Th. Magnesia ersetzt, so dass 1 Härtegrad etwa 120 mg gute Kernseife vernichtet,
es Wassers von 25° Härte 3 g Seife, 1 cbm dieses Wassers demnach 3 k Seife. Es
ht nur der directe Verlust an Seife, der hier in Frage kommt, die gebildeten Kalk-
siaseifen verstopfen beim Waschen die Poren unserer Haut, setzen sich in die Fasern
henen Stoffe, namentlich der Wolle fest, die in Folge dessen beim Trocknen ihre
verlieren und übelriechend werden. Ein kalk- und magnesiahaltiges Wasser sollte
Anwendung der Seife sowohl beim Walken der Tuche, Decken u. dgl. wie auch bei
äsche mit der erforderlichen Menge Soda auf 80 bis 100° erwärmt, dann von dem
Niederschlage abgegossen werden. Durch dieselbe Behandlung werden auch die
Manganverbindungen entfernt, welche ebenfalls Seife zersetzen, ausserdem aber noch
ngenehme Flecke geben.

Gemüse in einem Wasser, welches viel Kalk und Magnesia enthält, nicht weich
ndern mehr oder weniger hart bleiben, ist schon seit mehr als 100 Jahren bekannt und
r Veranlassung gegeben, solches Wasser „hart" zu nennen. Nach den Versuchen von
en bildet sich in hartem Wasser in Erbsen eine Verbindung von Legumin mit Kalk
sia, die beim Kochen hornartig erhärtet. Auch beim Kochen der übrigen Gemüse
eisches machen sich ähnliche unangenehme Wirkungen des harten Wassers geltend.

---

nforderungen an ein zu technischen Zwecken bestimmtes Wasser ausführlich in
er: Das Wasser, seine Verwendung, Reinigung und Beurtheilung mit besonderer
tigung der gewerblichen Abwässer, 3. Aufl. (Berlin, 1900).

Dass ferner mit einem weichen Wasser ein viel besserer Thee und Kaffee herges kann als mit einem harten, ist bekannt.

Das zum Brotbacken verwendete Wasser darf keine faulenden Stoffe enthalt die Gährung stören. Ein in der Nähe Hannovers längere Jahre zum Backen verwen wasser gab einen völlig unbrauchbaren Teig, als es durch das Abwasser einer Zucke unreinigt war.

Pettenkofer und Harz weisen auf die Möglichkeit einer Infection unserer durch schlechtes Wasser beim Aufwaschen der Fussböden u. s. w. hin; es soll also Wasser nicht durch faulende organische Stoffe verunreinigt sein.

Auch beim Bau unserer Häuser ist die Beschaffenheit des verwendeten Einfluss. Bekanntlich zeigen Ziegelsteine nicht selten weissliche, gelbe, grüne, sell Ausschläge. Die weissen Anflüge bestehen aus den Sulfaten von Magnesium, C Natrium, aus Chlornatrium oder Natriumbicarbonat, welche schon im Thon entha meist aber auch durch das beim Bauen verwendete Wasser zugeführt sind. Die schläge auf hellfarbigen Steinen sind meist Algenbildungen, die schwarzen, wie an Synagoge beobachtet, Pilze, welche sich nur da ansetzen, wo die Steine Auswitte kohlensaurem und schwefelsaurem Calcium zeigen. Bei feuchtem Wetter zerfliessen der genannten Salze, machen die Mauern feucht und fleckig, effloresciren bei trock lockern durch Ausdehnung beim Krystallisiren den Bewurf und blättern ihn ab. N licher sind Chlorcalcium und Chlormagnesium, welche, einmal in eine Wand gel wieder herauszubringen sind. Die Zimmerdecken werden leichter grau, weil der haftet, die Tapeten fleckig.

Reinigung. Der Gebrauch trübes Wasser zu filtriren in der irrige dass klares Wasser nun auch rein sei, war schon Plinius bekannt. Man fi Wolle, Badeschwämme, Zellstoff, Eisenschwamm, poröse Thoncylinder, Asb membranfilter), sog. plastische Kohle u. dgl.

Als Beispiel derartiger kleinerer Filter möge das von Glover angege druckfilter angeführt werden. Das durch die Hähne *A* und *C* (Fig. 308) Wasser geht von dem r Raume *G* aus durch schichte *F* in das Siebr durch *D* abzufliessen. gesetzten Schlamm zu lässt man kurze Zeit durch der Hähne *A* und *C* u von *B* das Wasser in u Richtung gehen, so dass d durch seitliche Oeffnung

Fig. 308.

Für die Beurtheilung ist zu berücksichtigen, Wasser enthaltenen Fäuln der Filtration nur dadurc werden können, dass dies sorbirt oder oxydirt werde sorptionsfähigkeit der Fil aber mit Ausnahme der K nur gering, eine Oxydation Boden stattfindet, ist nur bei reichlichem Zutritt des atmosphärischen Sauerstof Bleibt jedoch die Filterschicht fortwährend mit Wasser bedeckt oder sind die Filter so kann nur der im Wasser selbst gelöste Sauerstoff auf die organischen Stoffe übertr also immerhin nur eine beschränkte Menge.

Hieraus ergibt sich die Nothwendigkeit einer häufigen Lüftung und Reinigung Hausfilter; geschieht diese nicht, so muss das Wasser früher oder später durch verschlechtert werden, statt verbessert. Es sind ferner alle Filter mit organischen Baumwolle, Filz, Wolle, Schwämmen, da diese die Fäulniss begünstigen, nicht z Die erst neuerdings aufgestellte Forderung, die organischen Keime aus dem Wa fernen, wird von keinem Filter dauernd erfüllt; die Leistungsfähigkeit derselb sehr gering.

'iltriren des zur Versorgung ganzer Städte erforderlichen Wassers dienen dfilter. Fig. 309 zeigt den Durchschnitt eines Wasserfilters. Der Boden besteht z. B. aus einer 60 cm dicken Lage Thonschlag *a*, die Umfassungen

Fig. 309.

f e d c b B a

ind mit 20 cm dicken Steinen trocken gepflastert. Die direct auf den Thon-gten Filterstoffe bestehen aus 75 cm grossen kantigen Bruchsteinen *b*, 15 cm Steinen *c*, 15 cm grobem Kies *d*, 15 cm feinem Kies *e* und 75 cm Sand *f*. Thonschlag, halb in der Lage von grossen Steinen liegen zwei Kanäle *B* Breite und 60 cm Höhe zum Sammeln des filtrirten Wassers. Die Sand-eines jeden Filters ist 61 m lang und 31 m breit; die Wasserhöhe beträgt

iltrirgeschwindigkeit schwankt bei den vorhandenen Sandfiltern zwischen 1,4 und Stunden; offenbar beansprucht jedes Wasser zur Erreichung einer guten Filtration stimmten Sand eine besondere Filtrirgeschwindigkeit. So sind unter sonst gleichen n für 1 qm Filtrirfläche 3,5 cbm Themsewasser, aber nur 1,7 cbm Elbwasser in zu filtriren, weil dieses weit mehr fein vertheilten Schmutz enthält. Das trübe bei einer richtigen Filtration mit so geringer Geschwindigkeit durch den Sand, dass nen Schmutztheilchen, obgleich es weit kleiner als die Zwischenräume der Sand-Gelegenheit findet, an einem der Sandkörner haften zu bleiben. Je feiner und zahl-r die Schmutztheilchen eines Wassers sind, um so feiner muss der Sand und nament-langsamer muss die Filtrirgeschwindigkeit sein. Die beste Korngrösse des Sandes mm und zwar ist der Filtersand um so besser, je gleichmässiger das Korn ist. Ein el feineres Korn enthält, ist nicht wohl zu gebrauchen, da derselbe durch den Druck leicht fest und schwer durchlässig wird.

e Erhaltung eines Filters ist es erforderlich, dass die suspendirten Theilchen in der lterschicht zurückbleiben und nicht in die tieferen Schichten eindringen. Dieses mentlich leicht in der ersten Zeit nach der Reinigung, weil dann die Sandoberfläche Die auf dem Filter herrschende Druckhöhe sollte daher bei einem gereinigten Filter sein; hat sich erst eine Haut auf dem Filter gebildet, so kann der Druck bis 1 m rkerer Druck hat leicht einen Durchbruch zur Folge.

Leistung des Filters zu gering geworden, so wird dasselbe trocken gelegt, die obere 1 cm Dicke abgehoben und gewaschen. Namentlich im Sommer bildet sich oft lter eine kaum 1 mm dicke Schicht, die fast nur aus Diatomeen (Pleurosigma,

Synedra u. s. w.) besteht und wegen ihrer Schwerdurchlässigkeit eine Reinigung
nöthig macht.

Die Wirkung dieser Sandfiltration beschränkt sich auf theilweise Ox
gelösten organischen Stoffe und auf Abscheidung der schwebenden Stoffe; von letz
namentlich auch die Bakterien und Pilzkeime, besonders die Krankheitskeime, zur
werden. Bei der Sandfiltration werden die Bakterienschwärme durch ganz reinen S
Vorwärtsbewegung nur zuerst ein wenig gehemmt, kommen alsdann aber um so
Vorschein, so dass das filtrirte Wasser oft mehr Keime enthält als das unfiltrirte. I
haftigkeit der Leistungen verliert sich langsam. Besser wirken gleich von Anfa
sterilisirte Sande, und unter diesen wieder verdienen diejenigen den Vorzug, w
längere Zeit in einem der grossen Behälter an der Filtration Theil genommen hatten
lich war an solchem Sande bemerkenswerth, dass er sich nicht mehr scharf, sonder
anfühlte. Unter dem Mikroskop gab sich zu erkennen, dass die einzelnen Körnche
weniger vollständig von einer schmutzig erscheinenden Hülle umgeben waren, w
Erhitzen leicht zerstört wurde und neben organischer Substanz auch ein wenig Eis
hielt. Dass dieser Ueberzug zum grössten Theile sich durch Anhängen von Bakterie
Keimen gebildet hatte, stellte sich bei der bakterioskopischen Prüfung als unzweifel
Wurde aus irgend einem Filter eine Sandprobe entnommen, mit sterilisirtem Wa
abgespült und das Spülwasser nachher untersucht, so enthielt dasselbe immer ungehe
von Keimen. Die ganze Sandschicht war also von demselben reichlich inficirt. M
theilung war keine gleichmässige; sie nahm von der oberen Grenze gegen die unter
rasch, dann immer langsamer ab. Als Beispiel folgt der Befund aus einem der grosse
nach $1^1/_2$jähriger Betriebsdauer. Die Dicke der übrig gebliebenen Sandschicht b
30 cm. Bei der Reinigung des Filters wurden gefunden in 1 k Sand:

1. entnommen aus einem der Schmutzhaufen	5028	Millionen K
2. entnommen an der Oberfläche des gereinigten Filters .	734	„
3. entnommen in 10 cm Tiefe unter der Oberfläche . .	190	„
4. entnommen in 20 cm Tiefe unter der Oberfläche . .	150	„
5. entnommen in 30 cm Tiefe unter der Oberfläche . .	92	„
6. entnommen aus dem feinen Kies unter der Sandschicht	68	„

Der bei der Filtration des Spreewassers auf der Sandoberfläche zurückbleibende
ist vermöge seiner eigenartigen Zusammensetzung aus vorwiegend organischen Sto
Nährboden zu betrachten, in welchem durch die eingelagerten Keime ein nach Ma
Temperatur geregelter Fäulnissprocess unterhalten wird. Die nächste Folge dav
sehr starke Vermehrung der Mikroorganismen. Viele derselben sind mit Eige
andere wieder mit der Eigenschaft ausgestattet, ein wasserreiches Nährmittel zu v
Sie vermögen daher selbständig ihren Zusammenhang mit der Schmutzdecke zu lös
selbe in grossen Schwärmen wieder zu verlassen. Von nun ab steht dem weiteren
der Keime nichts mehr im Wege. Der sterile Sand kann ihnen kein Halt gebieten
glatten Körnchen bleibt nichts hängen, und so erklärt sich die anfänglich so räth
scheinung, dass beim Filtriren durch sterilen Sand das Spreewasser lange Zeit hi
einer Verminderung sogar eine Bereicherung an Mikroorganismen erfuhr, auf ei
einfache Weise. Auf das durch starke Erhitzung völlig steril gemachte Probefi
nachdem vorher die Ausfüllung des Porenvolumens mit sterilem Wasser stattgefu
Spreewasser gebracht und dessen Filtration nach eintägigem Ablagern begonnen.
gefunden entwickelungsfähige Keime:

	vor der Filtration	nach der Filtration		vor der Filtration	nach Filtrat
am 2. Tage	13 500	97 900	am 12. Tage	1320	29 90
„ 6. „	13 860	205 000	„ 16. „	1803	4 92
„ 10. „	3 120	17 825	„ 22. „	1120	2 35

Vorgänge dieser Art können sich, nachdem die Verschleimung des Sandes st
nicht mehr wiederholen. Sobald Mikroorganismen ihren Herd, die Schmutzdeck
haben, gerathen sie in Zonen, welche wegen der überall vorhandenen Aufhängepu
für sie durchlässig sind. Sie vermögen deshalb, von Ausnahmen abgesehen, nicht
den Sand einzudringen und sammeln sich in den obersten Partien in grosser Meng
sie für weitere Nachzügler einen vortrefflichen Fang bilden. Darnach gewinnt die
der zulässigen Filtrirgeschwindigkeit Bedeutung: man darf den Wasserstr
stark anwachsen lassen, dass er im Stande sei, von dem unteren Sande grössere M
Keimen abzuspülen. Besteht man auf möglichster Keimfreiheit, so dürfen die Filtr
digkeiten 30 mm in der Stunde selten übersteigen. Neuere Versuche haben festge

· pathogenen Bakterien bez. der Krankheitskeime durch die Filter hindurchgehen [1]. ein unverdächtiges Quell- und Tiefbrunnenwasser zur Verfügung steht, ist es vors Wasser — auch das filtrirte — vor dem Genuss zu kochen.

ig ist neuerdings die Abscheidung des Eisens aus dem Ferrobicarbonat undwasser, welches für technische Zwecke oder Wasserversorgungsanlagen werden soll. Wie Fig. 310 zeigt, lässt man das Wasser durch eine Brause ksschicht fallen, wo sich durch Sauerstoffaufnahme Eisenhydrat ausscheidet, rch das Sandfilter zurückgehalten wird (J. 1898, 450).

ische Fällung [2]). Zur Reinigung des für technische Zwecke bestimmten gl. S. 358) sind folgende Verfahren zu empfehlen.

Erhitzen von Wasser werden die Bicarbonate von Calcium und Magnesium entweicht die sog. halbgebundene Kohlensäure, kohlensaures Calcium und fallen aus; nur etwa 35 mg Calciumcarbonat und 100 mg Magnesiumeiben in Lösung. Die sog. veränderliche Härte des Wassers wird also meist ermässigt. Bewegung beschleunigt die Abscheidung. Enthält das Wasser Ferrobicarbonat), so wird dieses als Ferrihydrat abgeschieden.

wie dieses in den meisten Fabriken der Fall ist, Dampf zur Verfügung, ortheilhaft, diesen mit dem Wasser in unmittelbare Berührung zu bringen,

Fig. 310.

Fig. 311.

z. B. Fig. 311 zeigt. Der Dampf tritt durch Rohr *e* ein, der etwa nicht entweicht durch Rohr *f*. Das aus dem Rohr *c* eintretende Wasser fliesst

[1] sführlich in Ferd. Fischer: Das Wasser, 3. Aufl. (Berlin, 1900).
[2] l. Fischer: Chemische Technologie des Wassers S. 221.

bei entsprechender Stellung des Hahnes *b* über die Teller *d* entsprechen durch *g* ab.

Derselbe Erfolg wird erzielt durch Zusatz von Kalkmilch:

$$H_2Ca(CO_3)_2 + Ca(OH)_2 = 2\,CaCO_3 + 2\,H_2O.$$

Gleichzeitig werden aber auch die Magnesiumverbindungen zersetzt unter A von Magnesiumhydrat.

Ein Brunnenwasser, welches zum Speisen des Dampfkessels und zum Bierbraue werden musste, wurde durch den Abdampf einer kleinen Maschine auf 40° bis 50° dann in einem offenen 6 cbm fassenden Kasten mit der durch einige Vorversuche Menge zu einem steifen Brei gelöschten Kalk durch Umrühren gut gemischt und na erfolgten Absetzen des Niederschlages gebraucht. Die vom Verf. ausgeführte An Wassers ergab vor (I) und nach der Reinigung (II) im Liter folgende Bestandtheile:

	I	II
Chlor	152 mg	153 mg
Schwefelsäure	216	208
Salpetersäure	71	70
Salpetrige Säure	Spur	Spur
Ammoniak	fast 0	0
Organische Stoffe	51	28
Kalk	322	172
Magnesia	45	7
Davon durch Kochen fällbar		
Kalk	176	Spur

Es ist darauf zu achten, dass nicht zu viel Kalk zugesetzt wird, da ein derartig Wasser z. B. bösen Kesselstein gibt, wie Verf. gezeigt hat (vgl. J. 1885, 942).

In gleichem Sinne wirkt Aetznatron, nur zersetzt das gebildet carbonat gleichzeitig eine entsprechende Menge der anderen Calciumsalz meisten Fällen ist aber vortheilhafter die Verwendung von Soda. Sch Calcium zersetzt sich mit Soda nach folgender Gleichung:

$$CaSO_4 + Na_2CO_3 = CaCO_3 + Na_2SO_4.$$

In ähnlicher Weise werden auch die übrigen Calcium- und Magnesiumverbin Carbonate gefällt unter gleichzeitiger Bildung der entsprechenden leicht löslich salze. Enthält das Wasser viel Bicarbonate und Magnesiumverbindungen, s den 2 bis 8 cbm fassende (Fig. 312) aus Kesselblec Hälfte voll Wasser laufe womöglich durch den Al Maschine in einem Vorw gewärmt ist, fügt die für Fällung erforderliche Men ten Kalk (am bequemsten Brei) und die abgewoge Soda hinzu; dann öffnet Dampfventil *b* des Kört Gebläses *B*, damit die b sogene und aus dem dur Rohr *i* entweichende Luft keit kräftig mischt. Nun auch das übrige Wasser zu stellt nach etwa 5 Minute bläse ab. Die vollständig des Wassers erfolgt dann innerhalb 10 bis 20 Minuten; war das Wasser gewärmt, so sind 30 bis 40 Minuten erforderlich. Die Klärung wird etwas

Fig. 312.

n im Kasten stets ein Theil des Niederschlages von früheren Fällungen
ot. Das gereinigte Wasser soll gutes rothes Lackmuspapier nach etwa
en bläuen und mit Oxalsäure höchstens eine schwache Trübung geben.
n nicht nur zum Speisen der Dampfkessel, sondern auch zum Waschen,
ir Bierbrauereien und andere technische Verwendungen vollkommen brauch-
rzug, den die übrigen Reinigungsverfahren nicht haben.

tillation[1]). Die Reinigung des Wassers durch Destillation ist für
Arbeiten und für die Wasserversorgung der Schiffe besonders wichtig. In
Maassstabe verwendet man zur Herstellung von wirklich reinem Wasser einen
en Destillirapparat mit kupferner, gut verzinnter Blase B (Fig. 313),
Helm H und ebensolcher Kühlschlange K; die Verbindungsflanschen f_1, f_2
rschlussstück f_3 der Füllöffnung wer-
nder passend geschliffen, und es wird
auche des Apparates keinerlei Dich-
nen dieselben gebracht. Blase, Helm
chlange werden innen nie mechanisch
und mit den Händen angegriffen.
wird die Einführung von Fett und
ubstanzen vermieden, während sich
at immer im Laufe der Zeit mit einer
Einwirkung von Wasser und Wasser-
derstehenden Schicht belegt. Soll
erden, so wird die Blase mit Wasser
und mit Wasser beschickt. Das Wasser aus dem Kühlgefäss wird bei c
abgelassen. Nun wird gefeuert, bis der Dampf aus der Kühlschlange etwa
lang bei d abströmt. Daraufhin lässt man nach Abschluss des Hahnes e
asser durch Oeffnen des Hahnes a ein-, und in üblicher Weise bei b ab-
Das Kühlwasser soll nahe an dem Punkte eintreten, wo die Kühlschlange
efäss verlässt. Bei dem Durchströmen von Wasserdampf werden in Helm
chlange die organischen Keime getödtet und gleichzeitig von der inneren
ser Apparattheile die im Wasser löslichen Theile gelöst und mit allfälligen
gerungen u. dgl. mechanisch weggewaschen. Während das Wasser gut
sst man bei f eine kleine Menge übermangansaures Kali ein und beginnt
iche Destillation. Die organischen Substanzen werden hierbei bis zu Kohlen-
irt. Von dem Destillat wird ein Bruchtheil, der noch flüchtige Ammoniak-
Kohlensäure enthalten kann, als „Vorlauf" getrennt aufgefangen. Nunmehr
Hauptproduct bei sehr schwachem Feuer abdestillirt. Der Rest, welcher
er Dosirung des Hypermanganates eine eben noch erkennbare rosenrothe
aben soll, ist wegzugiessen. (J. prakt. 60, 580.)

Fig. 313.

Meerwasser für den Schiffsgebrauch durch Destillation zu reinigen,
cksichtigen, dass dazu nur möglichst wenig Brennstoff verwandt werden darf,
pparat einen möglichst kleinen Raum einnimmt und dass das erhaltene Wasser
ernung des sog. Blasengeschmacks einigermaassen schmackhaft gemacht werden

---

edepunkte des Wassers bei verschiedenen Barometerständen in Normalgraden,
lberhöhen auf 0°, Dichte 13,5959, 45° geogr. Breite reducirt:

eterst.	Siedepunkt	Barometerst.	Siedepunkt	Barometerst.	Siedepunkt
mm	96,924°	720 mm	98,498°	760 mm	100,00°
	97,325	730	98,880	770	100,365
	97,721	740	99,258	780	100,726
	98,112	750	99,631	790	101,083

muss. Die Schiffe der deutschen Kriegsmarine wurden mit Destillirapparate
welche der Besatzung entsprechend in drei Grössen angefertigt wurden u
1,25 bis 5 cbm destillirtes Wasser lieferten. Wie die beiden rechtwinklig z
gedachten senkrechten Schnitte Fig. 314 und 315 zeigen, besteht derselb
0,4 m weiten Cylindern *A* und *B*. Der in einem besonderen Kessel erze
dampf tritt durch das Rohr *d* in das von dem zu destillirenden Wasser umge

Fig. 314.

Fig. 315

netz *b* des Cylinders *A*. Das gebildete Condensationswasser sammelt sich i
hälter *e* und fliesst von hier, nach entsprechender Zurückhaltung des Damp
Gefäss *g*, aus welchem dasselbe, wenn es heiss gebraucht werden soll, durch
abgelassen wird, während das übrige durch das Rohr *v* zum Kühler *o* fliesst.
Wasserstandsglases zu beobachtende Stand des zu destillirenden Wassers, w
Kühlgefäss *B* vorgewärmt durch das Rohr *l* zufliesst, wird so geregelt, dass de
Wasserdampf zur Abscheidung des etwa mitgerissenen Seewassers zunächst
kupferne Siebplatte *a* streichen, dann gegen die Platte *c* stossen muss, bevo

n in den Röhrenkühler n gelangt. Das hier verdichtete Wasser fliesst zur Kühlung gemeinschaftlich mit dem durch das Rohr v zugeführten Condenser von p aus durch den Röhrenkühler o, um entweder aus dem Rohr r direct oder durch s zu einem mit Thierkohle gefüllten einfachen Filter geleitet Das erforderliche Kühlwasser tritt durch das Rohr i ein und fliesst durch k nachdem der zum Destilliren erforderliche Theil durch ein Rohr abgeführt ie aus dem Kühlwasser beim Erwärmen entweichende Luft wird durch das en Dampfraum des Destillirapparates geleitet, damit sie sich in dem aus dem ckelten Dampfe verdichteten Wasser löst und dasselbe schmackhaft macht. Rohransatz y lässt man ausserdem den Retourdampf der Dampfpumpe ein- auch diesen für die Wiedergewinnung auszunutzen. Ehe das so erhaltene Wasser in die Trinkwasserkasten abfloss, musste es noch ein mit Knochenkohle ilter durchströmen. War es aus dem Dampfe der Hauptkessel gewonnen, so äufig einen leicht süsslichen, faden Geschmack, der von dem Mineralöl hermit die dampfführenden Theile der Maschine geschmiert werden. Die hieraus entstehenden Oeldämpfe gehen mit in die Maschinencondensatoren, schlagen sich dort ebenfalls nieder, treten mit dem Speisewasser in die Kessel, verdampfen hier zum Theil wieder und gelangen in den Destillirapparat und in das gewonnene Trinkwasser, das trotz der Filtration noch Spuren davon enthält.

Fig. 316.

Diesen Uebelstand kann man bei den neuen Destillirapparaten von Pape & Henneberg (Fig. 316 und 317) vermeiden. Dampf aus einem der Hauptkessel durchströmt eine kupferne Heizschlange und bringt das sie umgebende reine Seewasser zum Verdampfen. Das in den Heizröhren aus dem Kesseldampfe entstehende Condenswasser wird wieder zum Speisen der Kessel gebraucht und fliesst deshalb in die Speisewassercisterne ab. Der aus dem Seewasser gebildete Dampf wird in einen eigenartigen Oberflächencondensator und dann in ein Filter geleitet. Der Condensator (Fig. 318 u. 319 S. 370) besteht aus einer Anzahl flacher Elemente, welche durch eine Mittelwand getrennt, oben und unten spiralförmig angeordnete Kammern enthalten. Zwischen die einzelnen

Fig. 317.

Elemente werden dünne verzinnte Kupferscheiben mit Papierdichtung gelegt. unten zugeführte Kühlwasser geht vom Umfange bis zur Mitte der unteren Spir des untersten Elementes, steigt dort durch eine Oeffnung in der trennenden Ku in die untere Kammer des zweiten Elementes, die es von der Mitte nach dem hin durchfliesst, steigt durch den hier befindlichen Kanal in die untere Ka dritten E bis es e Umfange sten Kan tritt. I gegeng Weg m oben eins Dampf; eilt die Kammer mente hierbei

Fig. 318.

Fig. 319.

Fig. 320.

Wärme durch die dünnen Kupferplatten an das darüber befindliche Kühlwasser ab, bis er unten als Wasser herauskommt. Diese Wärmeabgabe wird besonders dadurch begünstigt, dass die Kammerboden nicht glatt, sondern von Querrippen durchzogen sind, von denen sowohl das Wasser wie der Dampf beständig umgerührt werden. 4 Platten von 0,56 qm Kühlfläche enthaltenden Condensator sind stündlich Kühlfläche 270 k Dampf von 116,3° in Wasser von 13,6° verwandelt wo nur 2,9° wärmer war als das eintretende Kühlwasser. In dem zugehörige (Fig. 320) tritt das Wasser oben ein und wird durch die feste Kohlenplatte gle auf die lose Kohle vertheilt. Es durchfliesst den äusseren Ringraum zwische emaillirtem Eisenblech bestehenden Einsatzgefässe und dem Filtergehäuse darauf in den inneren Ringraum zwischen Einsatzgefäss und Filterblock, un

es von der losen Kohle vorgereinigt ist, auch den festen Kohlenblock zu
en. (J. 1898.)

serleitungsröhren[1]). Gute Wasserleitungsröhren müssen sich chemisch
kalisch möglichst indifferent verhalten. Namentlich darf das Röhrenmaterial
fliessenden Wasser keine schädlichen (giftige Metalle) oder unangenehmen
ften (Eisen, faulendes Holz) ertheilen und soll weder von diesem noch von der
htigkeit und anderen äusseren Einflüssen angegriffen und zerstört werden.
swerth ist eine geringe Wärmeleitungsfähigkeit des Röhrenmaterials, um von
fliessenden Wasser im Sommer die Wärme, im Winter die Kälte möglichst ab-
Wasserleitungsröhren müssen ferner vollkommen dicht sein und hinreichende
gegen inneren und äusseren Druck besitzen.

röhren ertheilen dem Wasser leicht einen unangenehmen Geschmack und sind
bar.

en aus endlosem Papier, welches in Steinkohlentheer oder Asphalt getränkt ist,
bewähren, sind aber bis jetzt sehr wenig in Gebrauch.

nröhren sind überall da zu empfehlen, wo die Röhren keine Erschütterungen und
sen Druck auszuhalten haben.

eiserne Rohre müssen heiss getheert werden, da sie sonst durch Rostbildungen
brauchbarkeit verengt oder aber zerfressen werden können. Verzinkte Eisenrohre
bei vielen Wässern recht gut, Chloride begünstigen die Lösung des Zinks.

röhren sind gut aber theuer; man verwendet daher für Hausleitungen in der Regel
rohre. Schon die alten Römer verwendeten Bleirohre, machten aber auch die Er-
ss Blei vom Wasser zuweilen angegriffen wurde. Bleirohre sind vor der Berührung
der Cementmörtel zu schützen, da sie hierdurch zerstört werden. Das durchgeleitete
t Blei, wenn es freie Kohlensäure oder Ammoniak enthält; Chloride, Nitrate, organische
nstigen die Lösung des Bleies, kohlensaures Calcium verhindert die Lösung. Zu-
l das Blei von dem Wasser anfangs angegriffen, bald bildet sich aber eine unlösliche
elche das Blei vor weiteren Angriffen schützt. In der Regel ist die Verwendung der
anz unbedenklich; die Entscheidung, ob Bleirohre angewendet werden dürfen, sollte
nur auf Grund der Wasseranalyse gefällt werden.

stliches Mineralwasser[2]). Die Darstellung desselben geschieht all-
rch Sättigen des mit den betreffenden Stoffen versetzten Wassers mit Kohlen-
r Druck in bestimmten Apparaten und Auffüllen des fertigen Mineralwassers
luftdicht verschlossene Flaschen. Die Kohlensäure wird entweder mittels
n den Apparat eingepresst (Pumpenapparate) oder aber man entwickelt die

---

1884, 1076; 1885, 934; 1887, 415 u. 1127; 1888, 569; 1889, 518; Fischer: Che-
hnologie des Wassers S. 311.

a sämmtliche in der Natur vorkommende Quellwässer Mineralstoffe enthalten, so sind
reng genommen alle als Mineralwasser anzusehen. Im gewöhnlichen Leben bezeichnet
mit diesem Namen nur diejenigen Quellwässer, welchen man heilkräftigende Wir-
f den menschlichen Organismus zuschreibt, sei es in Folge der höheren Temperatur,
elösten Bestandtheile. Haben die Mineralwässer eine höhere Temperatur, als der
ahrestemperatur entspricht, z. B. Aachen, Carlsbad, so nennt man sie Thermen,
ie Schwefelwasserstoff oder Sulfide, so werden sie als Schwefelwässer, sind sie
hlensäure, als Säuerlinge bezeichnet. Ein stark magnesiahaltiges Wasser nennt
Bitterwasser, eisenhaltiges Stahlwasser, natriumbicarbonathaltiges alkali-
neralwasser u. s. w.
Gedanke, Mineralwasser künstlich zu erzeugen, wird Thurneisser (1560) zu-
n; ein einigermaassen brauchbares Product war aber erst dann zu erreichen, nachdem
750) den Vorschlag machte, in verschlossenen Gefässen Soda und Salzsäure zu mischen,
mit Kohlensäure gesättigte Lösung zu erhalten. Pristley schlug 1772 vor, Wasser
Kohlensäure zu sättigen und 1774 veröffentlichte Bergmann bereits Vorschriften zur
n Herstellung des Mineralwassers von Selters und Pyrmont auf Grund entsprechender
er zeigte bereits, dass der erfrischende Geschmack der Säuerlinge von dem darin ge-
phitischen Gas" (Kohlensäure) herrühre. Vgl. Fischer: Chemische Technologie des
340; Hirsch und Siedler: Fabrikation der Mineralwässer (Braunschweig, 1897).

Kohlensäure in verschlossenen Gefässen, so dass sie durch ihren eigenen Dru
presst wird (Selbstentwickler); neuerdings verwendet man vortheilhaft flüssig
säure (J. 1885, 947).

Von den zur Herstellung künstlicher Mineralwässer erforderlichen Stoffen
Wasser in erster Linie. Für Wässer, die zu Heilzwecken bestimmt sind, ist selbstv
nur destillirtes Wasser zu verwenden, während für die, lediglich Genuss
dienenden Brausewässer ausser destillirtem Wasser ausschliesslich ein tadellose
wasser verwendet werden darf. Hoffentlich wird dem Unfuge, dass unwissende oder
lose Mineralwasserfabrikanten für diese Wässer das ihnen am bequemsten zugänglich
noch so stark verunreinigte Brunnen- oder Flusswasser nehmen, durch entsprechende S
gesteuert, da neuerdings nachgewiesen ist, dass die Spaltpilze des sog. Selters selbst
7 Monaten entwickelungsfähig sind (J. 1887, 1131).

Die Kohlensäure muss rein sein. Nach der Gleichung:

$$MgCO_3 + H_2SO_4 = MgSO_4 + H_2O + CO_2$$

geben 84 g Magnesit und 98 g Schwefelsäure, 120 g schwefelsaures Magnesium
Bittersalz und 44 g oder 22,3 *l* Kohlensäure. Dieselbe Menge Kohlensäure wird er
100 g reinem Marmor oder reiner Kreide, während von Dolomit, je nach der Zusamm
desselben, etwa 90 bis 95 g erforderlich sind. Bei der Wahl dieser Carbonate ist
sichtigen, dass Magnesit die beste Kohlensäure liefert, Marmor bisweilen, Dolomit häu
aber stets organische Stoffe enthalten, welche der Kohlensäure einen unangenehmen G
Geschmack ertheilen, der nur schwer, zuweilen gar nicht völlig durch übermangansau
und Kohle zu entfernen ist. Ferner geht die Kohlensäureentwickelung aus Ma
Schwefelsäure am gleichmässigsten vor sich, Kreide und Marmor müssen fein gepulve
gut umgerührt werden, wenn die Zersetzung mit Schwefelsäure einigermaassen volls
soll. Auch erfordert Magnesit nur einen Steigraum von 50 bis 60 Proc., Kreide ab
75 Proc. des Gesammtinhaltes des Entwicklers.

Bei der Wahl der Säure ist darauf zu sehen, dass dieselbe frei ist von Arse
Schwefelsäure weder Schwefligsäure noch Stickoxyde enthält. Salzsäure ist oft
Schwefelsäure, gibt allerdings mit Kohle und Marmor eine bequemere Entwickelung,
Mischen mit Wasser nicht die gewünschte Wärme.

Es lösen sich im Wasser bei nachfolgenden Drucken und Temperaturen etw
Mengen Kohlensäure:

	3 bis 8°	10 bis 15°	16 bis 20°
0 Atm. Ueberdruck . .	$1^1/_4$	1	1
1 „ „ . .	$2^1/_2$	2	$1^3/_4$
2 „ „ . .	$3^1/_2$	3	$2^3/_4$
3 „ „ . .	$4^1/_4$	$3^3/_4$	$3^1/_3$
4 „ „ . .	$4^3/_4$	$4^1/_4$	$3^3/_4$
5 „ „ . .	$5^1/_4$	$4^2/_3$	$4^1/_8$

Alle kohlensäurehaltigen Getränke dürfen weder mit Blei noch mit nicht gut
Kupfer in Berührung kommen, da sie sonst erhebliche Mengen dieser giftigen Metalle

Abwasser. Die Beseitigung der Abwässer macht den Fabriken chemis
ducte oft grosse Schwierigkeiten, weil (oft irrthümlich) angenommen wird, da
diese die öffentlichen Wasserläufe verunreinigen. Eine kurze Besprechung die
ist daher hier wohl am Platze [1]).

Die Verunreinigung der Wasserläufe wird besonders veranlasst durch di
des menschlichen Haushaltes, sowie durch Gewerbe und Fabriken.

Menschliche Abfälle: Die jährliche Entleerung von 1000 Personen
Durchschnitt:

	Fäces		Urin	
	Menge	Werth	Menge	Werth
Gesammtmenge	33 166 k	— Mk.	428 290 k	— Mk.
Darin Stickstoff	489 „	586,8 „	3 482 „	4178,4 „
Phosphate	687 „	103,1 „	1 725 „	258,8 „
		689,9 Mk.		4437,2 Mk.

1) Ausführlich in Ferd. Fischer: Das Wasser, seine Verwendung, Rein
Beurtheilung mit besonderer Berücksichtigung der Abwässer, 3. Aufl. (Berlin, 1900.)

stellt sich unter Hinzurechnung des Kalis und unter Berücksichtigung, dass die
dtheile etwas werthvoller sind als die der festen Ausscheidungen, der theoretische
Fäces von 1000 Personen auf rund 700 Mk., der des Harns auf 4500 Mk.

dieses hohen theoretischen Düngerwerthes der menschlichen Abfallstoffe ist ihr
ner Werth meist negativ, d. h. besonders die Bewohner der Städte müssen den diese
enden Landleuten oder Unternehmern erheblich zuzahlen. Ganz aussichtslos ist die
g der Abortstoffe zu Poudrette o. dgl., da die Verarbeitungskosten den Werth der
Producte übersteigen.

teigende Bedürfniss nach Reinlichkeit und die öffentliche Gesundheitspflege drängen
um Schwemmsystem, da nur dieses alle schädlichen und belästigenden Abfälle
lichen Stoffwechsels rasch und sicher aus der Nähe der Wohnungen entfernt. Dieses
mehr geschehen, als die durch irgend ein Abfuhrsystem gesammelten Stoffe doch
sehr kleinen Theil der von dem menschlichen Haushalt gelieferten Schmutzwässer
Zahlreiche Analysen ergeben dementsprechend, dass das Kanalwasser aus Städten
ofuhr ebenso unrein ist als beim Schwemmsystem, dass somit beide die Flussläufe
reinigen können.

Reinigung dieser Schmutzwässer durch Zusatz von Kalk, Thonerde u. dgl.
lediglich Kosten, da der erhaltene Schlamm werthlos ist. Das einzige gute Reini-
ren, welches gleichzeitig die düngenden Bestandtheile zum grossen Theil nutzbar
die Berieselung. Die beste und grösste derartiger Anlagen ist die der Stadt
nalysen des Kanalwassers ergaben im J. 1889/90:

	I	II	II	III	IV	V	VI
uspendirt:							
kstand	865	1866	1283	918	925	6883	925
t	542	1063	874	762	673	4466	673
ure	25	36	12	10	15	9	15
Gelöst:							
kstand	1007	1058	971	1346	1265	1198	1482
t desselben	311	349	286	263	377	405	430
ansaures Kali erford. .	281	307	291	354	458	408	569
. . . . gebundener Ammoniak	96	137	116	129	90	140	163
ure	0	0	0	0	0	0	0
re	0	Spur	0	0	0	Spur	0
ure	50	30	84	119	168	45	60
ure	21	37	37	27	22	34	33
. . . .	244	261	198	191	233	195	385
. . . .	54	91	59	71	66	74	87
. . . .	239	412	230	399	210	256	323

ittel ergeben sich an düngenden Bestandtheilen im Liter:

	1888/89	1889/90
Phosphorsäure	42 mg	48 mg
Kali	68	71
Ammoniak	131	124

erücksichtigen ist, dass der Stickstoff der suspendirten Stoffe gar nicht, der der
cht völlig bestimmt ist. Legt man aber diese Zahlen zu Grunde, so wurden im Jahre
bwasser auf die Rieselgüter geschafft (abgerundet):

	Menge	Werth
Ammoniak	6150 t	9 000 000 Mk.
Phosphorsäure . . .	2500	700 000
Kali	3500	1 300 000
		11 000 000 Mk.

Untersuchung der Drainwässer von Wiesen ergab (mg in Liter):

	Falkenberg		Osdorf		Gross-beeren
Trockenrückstand	1090	1346	1017	1441	722
Glühverlust desselben . .	108	234	139	243	130
Uebermangans. Kali erford.	19	42	27	22	33
Ammoniak	0,9	6,4	0,8	0,4	0,9
Organisch geb. Ammoniak .	0,6	0,8	0,4	Sp.	0,3
Salpetrigsäure	4	5	0	0	0
Salpetersäure	88	228	180	231	81
Phosphorsäure	3	4	2	4	3
Chlor	186	223	206	278	189
Kali	—	—	—	—	19

Die suspendirten Stoffe werden völlig entfernt, die organischen faulenden S Ammoniak werden theils oxydirt, theils, wie auch Phosphorsäure und Kali, von d zurückgehalten und den Pflanzen zugänglich gemacht. Die Ernten sind dement sehr reich.

Verunreinigung des Wassers durch Gewerbe und Fabrik wasser von Steinkohlengruben enthält neben Kohlenschlamm oft Kochsa Eisensulfat und zuweilen freie Säure durch Oxydation von eingesprengtem Schw andere Grubenwässer je nach den vorhandenen Erzen schwefelsaures Zink u. dgl. Die Kaliindustrie liefert besonders grosse Mengen Chlormagnesiu welche bis jetzt noch grösstentheils in die Flussläufe gelangen. Beschaffen Menge der flüssigen Abfälle chemischer Fabriken wechseln natürlich sehr nach Betriebes. Falls sie keine wesentlichen Mengen Gifte (besonders Arsen) e verunreinigen sie die Flussläufe viel weniger als die städtischen Kanalwässer. zu berücksichtigen, dass Industrieabwässer — abgesehen von Schlachthäu Gerbereien, auch Lumpenpapierfabriken (Milzbrand) — keine Krankheit enthalten können, somit von Aerzten überhaupt nur auf Grund des Gutacht sachverständigen Chemikers beurtheilt werden können [1]).

Eis [2]). Eis, bez. Kälte ist unentbehrlich für Bierbrauereien, Paraffin zur Herstellung von Azofarbstoffen, von Glaubersalz aus Mutterlaugen der Me und Stassfurter Salze und vielen anderen Anlagen. Das natürliche Eis ist me mit Bakterien durchsetzt, und besonders das trübe Eis sehr unrein (J. 1895, sollte daher möglichst durch künstliches Eis oder Kälte ersetzt werden.

Wir kennen im Wesentlichen zwei Vorgänge, die mit Wärmebindung ve sind, und zwar Veränderung des Aggregatzustandes und Vergrösserung des Hiernach kann man auf folgende drei Arten Kälte erzeugen:

1. Durch Verflüssigen eines festen Körpers mittels einer Flüssigkeit (Lö Salzen) oder eines anderen festen Körpers (Kochsalz mit Schnee), also mitte Eismischungen [3]).

---

1) Besonders ausführlich in F. Fischer: Das Wasser, seine Verwendung, R und Beurtheilung, 3. Aufl. (Berlin, 1900).

2) Fischer: Chemische Technologie des Wassers S. 14; — G. Behrend: Kälteerzeugungsmaschinen (Halle, 1888); — H. Lorenz: Neuere Kühlmaschinen (M 1899).

3) Um für besondere Zwecke tiefe Temperaturen zu erzeugen, sind oft die Mischu Schnee mit verdünnten Säuren vortheilhaft. So gibt nach Witz ein Gemisch von 250 g Schnee mit 250 g Salzsäure von 1,18 spec. Gew. auf 0° abgekühlt in kaum 1 Minute eine ratur von — 37,5°. 1 k Salpetersäure von der Zusammensetzung $HNO_3 . 1^1/_2H_2O$ (60pro

2) Durch Ueberführung eines flüssigen Körpers (Aether, Ammoniak u. dgl.) in den ...en Aggregatzustand.

3) Durch Ausdehnung gepresster Luft (Kaltluftmaschinen).

... die chemische Industrie können nur die beiden letzteren Verfahren in Frage ...

...rdunstungseismaschinen. Der Siedepunkt der Flüssigkeiten ist ab... ...m Druck, der auf denselben lastet; wird dieser vermindert, so sinkt auch die ...ur, bei welcher die Flüssigkeit in den dampfförmigen Zustand übergeht. Führt ...e Wärme von aussen zu, so muss die zum Vergasen erforderliche Wärmemenge ...igkeit selbst entzogen werden, die Temperatur derselben um so tiefer fallen, ...er der Druck und je niedriger der Siedepunkt der Flüssigkeit ist.

...nders wichtig sind die Maschinen mit flüssigem Ammoniak, Schwefligsäure und ...ure[1]). Die hierfür verwendeten Maschinen bestehen, wie in Fig. 321 ...ch dargestellt, wesentlich aus dem Verdampfer *A*, in welchem die betreffende ...it verdunstet und die dazu erforderliche Wärme ...en Röhren kreisenden Chlormagnesiumlösung ... Die Pumpe *B* saugt das Gas an, presst es ...ühler *C*, in welchem es wieder verflüssigt wird ...abei freiwerdende Wärme auf das Kühlwasser ... Hahn *D* regelt den Rückfluss zum Ver...*A*.

Fig. 321.

...Beispiel möge die Maschine von Pictet be... werden, welche ein Gemisch von Schweflig...l Kohlensäure verwendet. Von dem Cylinder *a* ...2 S. 376) der Dampfmaschine aus wird un... die Druckpumpe getrieben. Auf jedem ...erselben befinden sich zwei Saugventile und ...uckventile *d*. Die Saugventile sowohl wie die Druckventile der beiden Seiten ...ntereinander durch ein Rohr verbunden. Oberhalb eines jeden dieser beiden ...ngsrohre ist ein Ventil V_1, V_2 angebracht, welches vollständig luftdicht ge... werden kann. Das für den Kühlmantel des Druckcylinders und der durch... Kolbenstange erforderliche Wasser wird durch Gummischläuche *g* zu- und ab... Der Kühler *C* (Refrigerator) besteht aus zwei eisernen Behältern und den ...n. Erstere sind so ineinander gestellt, dass sie eine Wand und den Boden ...m haben. Die Schlangen aus Eisen oder Kupfer ohne Naht laufen sämmtlich ... unten je in ein grosses horizontales Rohr h_1 und h_2 aus, welche untereinander ...urch zwei senkrechte Rohre h_3 und h_4 verbunden sind. Die vom Condensator ...le Flüssigkeit wird durch das Rohr *r* in den Refrigerator unten eingeführt, ...s untere horizontale Rohr, einen Theil der senkrechten und der Schlangen...d wird oben in Gasform vermittels der Thätigkeit der Druckpumpe durch das ... wieder abgesogen. Das Ventil V_3 und der Eingangshahn V_4 gestatten die

...t beim Mischen mit dem doppelten Gewicht Schnee eine Wärmeabsorption von 122 w ... Temperaturerniedrigung von — 56°.

...h tiefere Temperaturen erhält man mit verdünnter Schwefelsäure und Schnee. Faudel ...ls er die 65proc. Schwefelsäure durch ein Kühlrohr innerhalb einer Schneesäule auf...nd oben auffliessen liess, eine Temperatur von — 60°.

[1]) Wasser, welches bei 0° eine 4,6 mm Quecksilber entsprechende Spannung hat, kühlt ... im fast völligen Vacuum bis auf 0°. Trotzdem hat man selbst grosse Eismaschinen ...n denen das Wasser durch rasche Verdunstung gefriert. Um diese zu erzielen, wird ...etreffenden Behältern die Luft möglichst abgesaugt, dann werden die sich bildenden ...mpfe durch concentrirte Schwefelsäure gebunden (J. 1883, 1032).

dichte Absperrung des ganzen Schlangensystems. Das das letztere umfliess wasser wird durch eine Schraube e in Bewegung erhalten. Das Salzwasser durch die in den Schlangen vor sich gehende Kälteentwickelung abgekühlt durch besondere Leitung Gähr- und Lagerkeller g kehrt, um mehrere Grade wieder in den Kühler Zwischen die Schlange eiserne Zellen f gehäng in denen man Wasser lässt. In dem Raume den beiden Behältern be Süsswasser F, welches in Form von Eis (G) d Oberfläche des inneren bedeckt. Dieses kalte S dient zum Kreisen in kühlern und Gährbottich Verdichter (Condensator steht ebenfalls aus einen Behälter und einem S system. Die parallelen münden gleichfalls oben in wagrechte Sammelröhr Die zusammengedrückt treten durch das Rohr Verdichter ein und ve sich hier. Die Flüssigkei sich am Boden des Rohr steigt in dem bis auf d dieses grossen Rohres r engeren Rohre r in d Dieses Rohr führt die F durch den Regulator E nach dem Kühler. D Ventil V_5 und den Hahn die Condensatorschlangen men dicht abzuschliesse Kühlwasser tritt durch e unten in den Verdichter spült alle Schlangenreil fliesst oben durch ein löchertes Sammelrohr K ab. Der Regulator ist Rohr eingeschaltet, wel flüchtige Flüssigkeit, nac verflüssigt ist, aus dem V nach dem Kühler führt. Die an diesem Haupthahne befindlichen beiden Neb V_7 und V_8 ermöglichen es, die Flüssigkeit in die Apparate einzuführen und der Maschine herauszuziehen. —

Fig. 322.

Verdampfungswärme von 1 k der gebräuchlichsten Kältemittel beträgt:

Temperatur	Verdampfungswärme in w		
	NH_3	SO_2	CO_2
— 10°	322,3	93,4	61,5
0	316,1	91,2	55,5
+ 10°	309,6	88,3	47,7
+ 20°	299,9	84,7	36,9

absol. Druck in k/qc:

Temperatur	Druck		
	NH_3	SO_2	CO_2
— 10°	2,92	1,04	27,1
0	4,35	1,58	35,4
+ 10°	6,27	2,34	45,7
+ 20°	8,79	3,35	58,1

lensäuremaschinen erfordern daher einen sehr hohen Druck; sie werden bisher wenig angewendet. Häufiger sind die Schwefligsäuremaschinen bez. die schen $SO_2 + CO_2$ (S. 375). Am häufigsten werden die Ammoniakmaschinen ression (Linde), wenig die mit Absorption angewendet.

tluftmaschinen sind nur da am Platze, wo es sich gleichzeitig um Kühlung ng der Räume handelt.

Schwefel.

kommen. Der Schwefel findet sich gediegen im Gyps und in den damit in Verehenden Thon- und Mergellagern, im Flötz- und tertiären Gebirge, selten auf Lagern n. Ausserdem kommt er besonders als vulkanisches Sublimationsproduct vor, so in ren bei Neapel. In Gängen und Ablagerungen findet er sich am verbreitetsten auf rner im Kaukasus, in Aegypten an den Küsten des Rothen Meeres, auf den jonischen rfu), am Clear- oder Borax-Lake in Nevada, am Popocatepetl und im Schwefeldistrict vik auf Island. In Swoscowice findet sich Schwefel in Mergel eingelagert. Schwefel auch aus Schwefelquellen (z. B. dem Aachener Wasser) ab. Derselbe kommt ferner en verbunden als Schwefelkies, Kupferkies, Bleiglanz, Zinkblende, Rothgültigerz r.

winnung. Die Schwefelgewinnung in Italien, besonders Sicilien, weitaus den meisten Schwefel in Europa liefert, geschieht fast nur durch Ausdes Schwefelgesteins, welches in 5 bis 30 m mächtigen Schichten vorkommt bis 30 Proc. Schwefel enthält. (J. 1890, 442; 1893, 370.) Das Gestein sprünglich in Meilern durch Verbrennung eines Theiles des darin enthaltenen ausgeschmolzen. Es entstand dabei ein Schwefelverlust von 40 bis 50 Proc. nutzung meilerartiger Oefen, der sog. Calcarone, gelang es, den Schwefelaf 30 Proc. zu reduciren. Calcarone sind Oefen von 10 m Durchmesser und m Höhe. Man beginnt unten mit einer Schicht grosser Steine, welche so ge-, dass sie Kanäle für den erforderlichen Luftzutritt bilden; dieselben werden mit Strauchwerk gefüllt, welches zur Anzündung des Ofens dient. Auf diese folgen Schichten immer kleineren Gesteines; die oberste Schicht wird mit ntem Material gedeckt und dann der Ofen angezündet. Es brennt 8 bis 10 Bei 125° schmilzt der Schwefel aus und fliesst durch Kanäle auf der Sohle des tiefer liegende Behälter, aus welchen derselbe in befeuchtete Holzformen oder us Eisenblech von etwa 75 cm Länge, 25 cm Breite, 20 cm Höhe gefüllt wird. dings wendet man zum Ausschmelzen des Schwefels Ringöfen an, welche in 1 6 Kammern enthalten. Der Verlust beträgt in diesen Oefen nur noch des im Gestein enthaltenen Schwefels; ausserdem haben dieselben den nach-

theiligen Einfluss, welchen die alten Oefen auf die Vegetation der Umgegend erheblich verringert. — Die verschiedenen Vorschläge zur Ausschmelzung des mit Dampf von etwa 3 Atm. Spannung oder mit concentrirter Chlorcalciumlau das Ausziehen mit Schwefelkohlenstoff und die Destillation sind ohne nennen Erfolg geblieben. (J. 1883, 257; 1884, 265; 1888, 387.)

Raffination. Der Rohschwefel wird meist raffinirt und in Form von als Stangenschwefel oder als feines Pulver als Schwefelblumen in de gebracht.

Der zur Raffination des Schwefels dienende Apparat von Mic Lamy besteht aus einem oder aus zwei gusseisernen Cylindern B (Fig. 323) grossen Kammer G. Die Verbrennungsgase umspielen den Cylinder und en in den Schornstein E, nachdem sie durch die Züge C einen Theil ihrer W

Fig. 323.

den Kessel D abgegeben haben, in welchem der Schwefel schmilzt und d Rohr F in den Cylinder B fliesst. Am unteren Theile der Kammer ist in ei eisernen Platte ein rundes Loch, welches durch eine Stange H verschlossen ode werden kann. Der hier ausfliessende Schwefel läuft in den Kessel L, neben ein in Fächer abgetheilter Drehbottich M sich befindet, in welchen der Sch Stangenform gebracht wird; die Schwefelstangen werden bei N aufgespeiche Stangenschwefel dargestellt werden, so beschickt man die Cylinder schwefel und erhitzt den einen Cylinder; sobald die Destillation darin bis zu vorgeschritten ist, beginnt man mit dem Erhitzen des zweiten Cylinders. Sc Destillation des ersten Cylinders vorüber ist, beschickt man ihn von Neuem Kessel D mit Hilfe des Rohres F. Jede Destillation dauert 4 Stunden; ma mit den beiden Cylindern in 24 Stunden 18 hk Schwefel. Da die Temperatu

:tets über 112⁰ bleibt, so erhält sich der Schwefel darin flüssig. Sobald die
es geschmolzenen Schwefels dick genug ist, zieht man ihn in den kleinen
ab und schöpft ihn in Holzformen. Will man Schwefelblumen dar-
darf die Temperatur in der Kammer 110⁰ nicht überschreiten, weil sonst
efel schmilzt. Es werden daher in 24 Stunden nur zwei Destillationen zu
geführt.

em Raffinirapparate von Dujardin erfolgt die Destillation aus einer linsen-
Retorte *a* (Fig. 324), die mit einem Ansatz *b* verbunden ist, welcher durch die
abgeschlossen werden kann, damit beim Ausräumen der Retorte keine Luft
kann. Auf dem
eht ein ovaler
der von abgehen-
er gewärmt wird
das Rohr, wel-
ls des Pfropfes *f*
n werden kann,
Retorte in Verbin-
t. Dieser Kessel
k Schwefel, den
ld er geschmolzen
Retorte abfliessen
t er nach etwa
verflüchtigt, so
man die Klappe
rt den Rückstand
fäss *g*. Gewöhn-
n 6 Destillationen
nden gemacht und
Kohle gebraucht.
lation von Schwe-
werden täglich nur 4 hk Rohschwefel abdestillirt. In der Fabrik Wyndt-
Merxem bei Antwerpen betrug der Gesammtverlust nicht mehr als 2,23 Proc.
ückstände waren völlig schwefelfrei (J. 1863, 199).

Fig. 324.

wefel aus Pyrit, FeS_2. Zum Austreiben der Hälfte des in dem Schwefel-
ltenen Schwefels würde eine Temperatur erforderlich sein, bei welcher das
bende Einfachschwefeleisen schmelzen, sich in die zur Destillation ange-
Thoncylinder ziehen und dieselben zerstören würde. Man begnügt sich
nur 13 bis 14 Proc. Schwefel aus dem Schwefelkies durch Erhitzen abzu-
wobei der Rückstand pulverförmig bleibt. Man erhitzt den Schwefel-
egelförmigen Röhren aus feuerfestem Thon, welche geneigt über einer
liegen. Die Röhren werden mit gepochtem Schwefelkies beschickt und
zt. Der in der Vorlage gewonnene Rohschwefel ist graugrün und wird
melzen zum Theil gereinigt; um ihn von beigemengtem Schwefelarsen
n, läutert man ihn durch Destillation. Der Rückstand von der Läuterung
wefels ist der sog. Rossschwefel. Der aus Schwefelkiesen gewonnene
verdankt seine orangegelbe Farbe häufiger beigemengtem Thallium als
.

schwefel als Nebenproduct der Steinkohlengasfabrikation. Bei der Reini-
Steinkohlengases mit Laming'scher Mischung sammelt sich der Schwefel
leichung $Fe_2O_3 + H_2S = 2FeO + H_2O + S$ bis zur Menge von 40 Proc.

an. Der Schwefel wird mit Schwefelkohlenstoff ausgezogen oder die Masse Herstellung von Schwefelsäure geröstet.

Schwefel aus Sodarückständen (s. Soda).

Schwefel aus Schwefligsäure und Schwefelwasserstoff. machte bereits 1830 die Beobachtung, dass, wenn man $^1/_3$ Schwefelwassersto brennt und die erzeugte Schwefligsäure nebst $^2/_3$ Schwefelwasserstoffgas in ei zu erhaltende Kammer leitet, man Schwefel erhalten könne: $SO_2 + 2H_2S = 2H$ (Vgl. J. 1894, 431; 1899, 354.)

Zu Zalatna wird der beim Lösen des in der dortigen Hütte gewonne bleiungssteines in Schwefelsäure erhaltene Schwefelwasserstoff mit Röstgasen schliegen zersetzt:

$$2H_2S + SO_2 = 3S + 2H_2O.$$

Damit der Schwefel in körniger, leicht filtrirbarer Form sich ausscheide die Fällthürme nach Schaffner-Helbig mit Chlorcalciumlauge berieselt. Brettern hergestellten, mit 12 cm dicken Buchenholzklammern b_1 (Fig. 325) zu gehaltenen Thürme sind mit abwechselnd befestigten Bretteretagen a_1 versehen; dieser findet sich eine mit Holzpfropfen versehene 20 cm weite Ausräumeöffnung d_1, durch welche der ab Schwefel herausgezogen werden kann. Der Thurm eine Höhe von 10 m, die innere Lichte beträgt 0, Quadrat. Die Etagen liegen 4 cm übereinander. bindungsöffnungen sind 13 cm breit. Thurm Nr. 2 is hoch, die innere Breite beträgt 0,78 m und 0,8 Etagen sind von oben an bis zur 18. von einander fernt; von hier an nach abwärts wächst die Entfernu mit 3 cm; die unterste hat eine Höhe von 13 cm. Thurm hat den Vortheil, dass die Verstopfungen hier 2 bis 3 Wochen auftreten. Man bezweckt das A von noch einem 3. Fällthurme, damit der Schwefelw ganz verwerthet werde. H_2S und SO_2 werden vo ersteres bei k_1, letzteres bei m_1 in die Thürme gelei die SO_2 wegen ihres grossen spec. Gewichtes mit eine pumpe heraufgedrückt. Die Chlorcalciumlauge wi Membranpumpen in das Reservoir S gehoben und fl hier durch einen Scharmottehahn von Etage zu Eta Thürme stehen in Holztellern e_1, die an einer Wand Abfliessen der Schwefelmilch mit einem Ausschnitte sehen sind. Die Thürme werden von einem Holzbalk gestützt, welches auch mit einer Treppe T versehen i schwefelhaltige Chlorcalciumlauge gelangt durch die in die 4 Klärbottiche N, O, P mit je 3,5 cbm Inha geklärte Lauge wird aus Q mit einer Membranpumpe das Rohr i_1 in den Be gedrückt. Die Pumpe der Minute 41,66 l La Bei der Inbetriebsetz Thürme müssen alle A öffnungen gut verschlo mit Schwefel verklebt sodann lässt man die

Fig. 325.

ıge an, und wenn die untere Holzschüssel e_1 mit derselben gefüllt ist, beginnt ırung von SO_2 und fast zur selben Zeit auch von H_2S. Die Gase bewegen ickzack nach aufwärts, dem Chlorcalcium entgegen. Der ausgeschiedene wird von den Etagen von der Lauge abgewaschen. Die grösste Sorgfalt ist rtwährenden gleichmässigen Zufluss der Chlorcalciumlauge von 3° B. zu ver-sonst bedeckt der Schwefel die Etagen als feine Haut, verhindert den Luft-muss abgekratzt werden. Bei dieser Arbeit werden, wenn es nur möglich Eisen-, sondern Holzgefässe benutzt, da die bald rostig werdenden Eisen-e den Schwefel verunreinigen. Die aus der Schüssel e_1 ausfliessende, mit gesättigte, milchartige gelbe Lauge gelangt durch die Holzrinne g^1 in die n *NOP*, wo sich der Schwefel fast ganz absetzt. — Die von Schwefel befreite umlauge fliesst durch die Rinne h_1 in den Behälter Q zurück. h_1 ist mit ausgefüllt, damit die durch die Gypsausscheidung sich bildende Salzsäure und die saure Lauge neutralisirt wird. In 3 bis 4 Wochen sind die Etagen ıwefel bedeckt, dass die Gase nicht mehr aufsteigen können, es muss dann der sgeschaltet und der andere in Benutzung genommen werden.

ıus den Thürmen ausgeräumte und in den Klärkasten ausgehobene Schwefel kommt ısser gefüllte Waschkästen, wird gut umgerührt und der Ruhe überlassen. Nach Stehen wird das Waschwasser abgezogen und zur Chlorcalciumlauge gegeben; der und ausgehobene Schwefelschlamm wird unter Wasser eingeschmolzen, um ihn von efreien. Zum Einschmelzen dient ein gusseiserner Cylinder, welcher mit einem ernen umgeben und an der Stirnseite mit Schrauben damit verbunden ist. Wenn der nder mit Schwefelschlamm gefüllt ist, wird zwischen die Doppelwände Wasserdampf ım. Spannung eingeleitet, der Schwefel schmilzt bei 115°, sinkt an die Sohle, hingegen der Gyps auf dem Wasser. Man gibt auch etwa 1 hl Kalkmilch in den Behälter, um orhandene Schwefel- und Salzsäure zu beseitigen. Der Kessel ist mit einem Rühr-ehen, damit sich der Schwefel nicht an den Wänden absetzt und die Wärme gleich-heilt wird. Das Einschmelzen dauert 3 Stunden, worauf der Wasserdampf, der durch an der Kuppel des Kessels ausgeblasen, das condensirte Wasser hingegen durch einen Punkte angebrachten, jetzt geöffneten Hahn abgelassen wird. Der Schwefel wird ırender Dampfeinleitung und stetiger Bewegung des Rührwerkes durch eine vom ssel mündende Oeffnung abgelassen. Die Ausräumung des zurückgebliebenen und nde abgesetzten Schwefels ist durch das wiederholte Umrühren und Dampfeinleiten . Beim Einschmelzen ist die fortwährende Bewegung des Rührwerkes nicht ausser ssen, sonst erstarrt der flüssige Schwefel und ist sehr schwer zu entfernen. Der vird noch einmal bei Luftzutritt umgeschmolzen. In 12 Stunden wird 138 k Stück-ewonnen. Auf 1 hk S entfällt 1,2 hk Chlorcalcium. Man gewinnt in einem Jahre Schwefel.

hnlicher Weise erhält man auch Schwefel als Nebenproduct bei der Ver-des Kelps auf Kalisalze und auf Jod. In der Jodfabrik von Paterson w beträgt die jährliche Ausbeute an Schwefel aus Kelp gegen 100 t. — Kopp lässt sich aus dem Schwefelwasserstoffgas auch durch unvollständige ıng desselben ($H_2S + O = H_2O + S$) Schwefel gewinnen. (Vgl. J. 1882, 270.)

wefel aus Schwefligsäure und Kohle. Leitet man Schwefligsäure ende Kohlen, so verbrennen letztere zu Kohlensäure und der Schwefel wird den. Auf diese Weise erhält man beim Rösten der Zinkblende z. B. zu Schwefel (J. 1885, 207; 1894, 431).

enschaften. Der Schwefel hat in seinem gewöhnlichen Zustande eine eigenthüm-che Farbe, welche bei 100° dunkler wird und bei —50° fast verschwindet; er lässt pulvern, hat 1,98 bis 2,06 spec. Gew., schmilzt bei 113 bis 113,5° zu einer dünn-lben Flüssigkeit, beginnt bei 160° dickflüssiger und pommeranzengelb zu werden, wird h und röthlich, zwischen 240 und 260° sehr zäh und rothbraun, über 340° wieder etwas is er, ohne seine dunkle Farbe zu verlieren, bei 448° zu sieden beginnt und sich in braune Dämpfe verwandelt. Wenn man bis auf 230° erhitzten Schwefel durch Ein-Wasser plötzlich abkühlt, so erhält man ihn weich und plastisch und er kann in stande zu Abdrücken von Medaillen u. dgl. benutzt werden. Da er nach einigen

Tagen seine ursprüngliche Härte wieder erlangt, so können die Abdrücke wieder al
dienen zur Verfertigung sehr reiner Formen. Wird der Schwefel bei Zutritt der Lu
erhitzt, so verbrennt er zu Schwefligsäure. Er löst sich sehr wenig in absolutem A
Aether, weit leichter in erwärmten fetten und flüchtigen Oelen (zu Schwefelbalsam)
Schwefelkohlenstoff [1]).

Anwendung. Man benutzt den Schwefel zur Schwefelsäurefabrikation, zur
des Schiesspulvers, der Zündmittel und Schwefelfäden, zum Schwefeln des Hopfens, d
zum Einpudern des Weinstockes (bei der Traubenkrankheit), zur Bereitung von Schw
schwefligsauren und thioschwefelsauren Salzen, Schwefelkohlenstoff, zur Herstellung
ober, Musivgold und anderen Schwefelmetallen, zur Fabrikation von Ultramarin, z
zum Vulkanisiren des Kautschuks und des Guttapercha u. s. w.

Italien liefert jährlich etwa 400 000 t, Spanien etwa 6000 t, Oesterreich und D
je etwa 1000 t (ohne den regenerirten Schwefel), das übrige Europa etwa 1000 t Schw

Schwefelkohlenstoff.

Der Schwefelkohlenstoff, Kohlensulfid CS_2 (i. J. 1796 von Lam
entdeckt), wird gewonnen, indem man dampfförmigen Schwefel mit glühende
zusammenbringt, oder gewisse Schwefelmetalle, wie Schwefelkies, Schwefe
Zinkblende u. dgl. mit Kohle destillirt.

Zur Herstellung von Schwefelkohlenstoff [2]) verwendet man
1,7 m hohe Retorte *A* (Fig. 326) aus Gusseisen oder glasirtem Thon, welche
Untersatz *B* steht und von einem Mantel aus Scharmottemauerwerk *C* so um
dass zwischen beiden noch etwa 1 cm Zwischenraum bleibt. Der mit Schar

Fig. 326.

gefütterte Ofen *D* ist mit Rost *E* und Aschenraum *E'* versehen. Die Ofenthü
durch eine im Rahmen *a* verschiebbare feuerfeste Platte *b* gebildet; bei *d* ist e
loch angebracht. Ueber dem Rohransatz *G* wird mittels Hebel eine Abzug
gehalten, welche über Dach mündet, um beim Füllen der Retorte durch *G'* die

1) Nach A. Cossa lösen

100 Th. Schwefelkohlenstoff bei	15°	37,15	Th. Schwefel
100 „ „ „	38°	94,57	„ „
100 „ „ „	48,5°	146,21	„ „

2) J. 1880, 227 u. 259; 1881, 191; 1882, 274; 1883, 274; 1889, 360; 1894, 434.

…en, indem man den Deckel von G abnimmt und das Rohr H aufsetzt. Der …ür n geschlossene Raum N ist bestimmt die durch das seitliche Rohr M ent…che aufzunehmen; schädliche Dämpfe ziehen durch m ab. In dem Kessel O …eichnung etwas gehoben) wird der Schwefel geschmolzen und durch Ventil c' … o in das Rohr M, bez. die Retorte A geleitet. Der gebildete Schwefelkohlen…f entweicht durch Rohr I; der hier wieder verflüssigte Schwefel fliesst durch …auf den Boden der Retorte zurück. Der Rest des überschüssigen Schwefels …sich im Behälter P, dessen Rohransätze mit hydraulischen Verschlüssen (Blei …ersehen sind. Die Schwefelkohlenstoffdämpfe gehen durch das etwa 9 m lange … Q, dessen leicht auswechselbarer Fortsatz T durch hydraulischen Verschluss …Behälter S verbunden ist, aus welchem der Schwefelkohlenstoff durch Rohr p …essel U fliesst. Zeitweilig wird durch Einpressen von Luft durch Rohr r der …kohlenstoff durch Rohr q in die Vorrathsbehälter gedrückt. Die nicht ver… Gase (wesentlich Schwefelwasserstoff) entweichen durch Rohr s, welches bei y … mündet, zu dem Waschapparat W, über dessen Schalen von X aus Oel fliesst, …Rest von Schwefelkohlenstoff aufzunehmen; derselbe wird durch Abdestilliren …Behälter Y gesammelten Oeles gewonnen, während das zurückbleibende Oel …ch X zurückgebracht wird. Die letzten Gase werden durch einen mit Kalk …noxyd beschickten Reiniger unschädlich gemacht. Oberhalb der Retorten… G' ist eine kleine Retorte wagrecht in den Schornstein eingebaut, so dass sie …bziehenden Feuergasen noch so weit erhitzt wird, dass Holzabfälle, ausgelaugte …er o. dgl. verkohlt werden können, um nach Bedarf in die Retorte A eingefüllt …n. Die Retorte A muss auf Kirschrothglut erhalten werden, da bei höherer …erer Temperatur schlechtere Ausbeuten an Schwefelkohlenstoff erzielt werden. …nuten lässt man 0,6 bis 0,8 k Schwefel durch Rohr M eintreten, alle 8 Stunden …le nachgefüllt. Alle Wochen einmal wird, nach Absperrung des Kühlers Q die … von M aus gereinigt. Eine Retorte liefert täglich 200 bis 220 k Schwefel…ff. Zur Reinigung des so erhaltenen Schwefelkohlenstoffes bringt man ihn … m hohen, etwa 0,7 m weiten Cylinder, durch dessen am Boden liegende ge…eischlange klares Kalkwasser eingepresst wird, bis dieses oben wieder klar … Den so von Schwefelwasserstoff u. dgl. gereinigten Schwefelkohlenstoff lässt …ine Destillirblase fliessen, setzt etwa 1 Proc. fettes Oel zu, überschichtet mit …n Wasser und rectificirt aus dem Wasserbade.

…alatna sind die gusseisernen Retorten a (Fig. 327 bis 329) 252 cm hoch, haben …en Querschnitt mit einer Weite von 100 : 56 und einer Wandstärke von 4 cm.

Fig. 327.

Fig. 328.

…it einem 13 cm dicken, feuerfesten Mantel a versehen, und damit die Retorte … Seiten der ganzen Länge nach gleichmässig geheizt werde, sind vier 13 cm… gelassen. Die Retorte ist noch mit einer feuerfesten γ und endlich einer

gewöhnlichen Mauerung δ umgeben. Die 20 cm weiten Kohlenaufgebeöffnung mit hydraulischem Verschluss versehen. Der Schwefel wird bei c aufgegebe Ausräumeöffnungen. Die Feuerungseinrichtung hat einen Planrost r. brennungsgase ziehen durch den gemauerten Kanal Esse. Ihre Temperatur, und somit jene der Retorte, der mit einem Deckel verschliessbaren Oeffnung h geprüf Die eisernen Retorten sind vor Beginn der Arbeit i einem guten feuerfesten Futter zu versehen, indem m Retorte einen um 2,5 cm kleineren eisernen Blechmante sodann den 2,5 cm weiten Zwischenraum mit einer flüssigen Masse, die aus feuerfestem Ziegelpulver u besteht, ausfüllt. Zur selben Zeit wird die Retorte vor bei steigender Temperatur die Masse leichtflüssig gleichmässig den Zwischenraum aus. Der Zwischenra Blechmantel und Retorten-Innenwand wird mit Eisennä gespreizt und das Innere der Retorte mit faustgrosser ungebranntem Kalk ausgefüllt. Wenn nach 2- bis Heizen die feuerfeste Masse völlig erstarrt ist, wird ausgezogen und der Eisenmantel beim Betriebe zerfr Mit einer Retorte gewinnt man in 8 Monaten 864 hk kohlenstoff. Das Einbauen und Vorwärmen einer dauert 1 bis 1$^1/_2$ Monate. — Wenn die Retorte in 10 bis 12 Tagen entspre wärmt und der Kalk ausgeräumt wurde, wird die gut ausgeglühte Retorte mit grossen Kohlenstücken über die Aufgebeöffnung b ganz gefüllt. Bei einer fortw langsamen Steigerung der Temperatur erscheinen (die Condensatoren durchzie Ende der Kühlröhrenleitung weisse Dämpfe, worauf auch Schwefel durch die Oe gegeben wird. — Bei der jetzigen Schwefelbeschickung können die in die 10 c 20 cm über der Sohle liegenden Oeffnungen c gesteckten, kurzen, trichte Röhren, wenn sie sich verstopfen, einfach herausgezogen und ausgetauscht wer Schwefel wird in Pulverform oder in 1 cm grossen Stücken in die Retorte was bei regelmässigem Gange 20 Minuten fortdauert. Dann werden die Oe mit Thonstöpsel verschlossen, damit die Schwefelkohlenstoffdämpfe nicht können.

Fig. 329.

Im CS_2 verhält sich die Kohle zum Schwefel wie 15,8 : 84,2, rund 1 : 5; damit lichst aller Schwefel gebunden werde, wird etwas mehr Kohle gegeben, damit das V sich wie 1 : 4 stellt. Man gibt nämlich täglich auf 4 bis 4,5 hl (mit 0,241 spec. Gew. rund 0,9 hk) Kohle 4 hk Schwefel, womit im Durchschnitte 2,5 bis 3 hk roher CS_2 a wird. Die benutzte Holzkohle wird vor dem Aufgeben von den abziehenden Feuer in 145 cm breiten und 200 cm langen Eisenpfannen getrocknet bez. geglüht, enthält abe freien H und O; demzufolge bildet sich nicht nur CS_2, sondern auch H_2S und an welche auch Schwefel verbrauchen. Beim Beginne der Condensation treten daher auf, CS_2 condensirt sich erst dann in den Vorlagen. Früher verwendete man Tannen später wurde auch Buchenkohle gegeben, die den Vortheil bietet, dass bei gleichem Vo Retorte mit mehr Kohlenstoff besetzt wird. Bei Buchenkohle wird des Tags nur schickt, sonst alle 12 Stunden. Vor dem Kohlenaufgeben wird aber die Retorte 2 Stu leer geglüht, damit sich aller Schwefel zu CS_2 verwandelt, beim Besetzen CS_2 nicht frei verloren geht, und der Arbeiter von der Einwirkung der Dämpfe verschont wird. D ergibt sich bei der Anwendung von Buchenkohle eine Zeitersparniss von täglich 4 St ermöglicht somit bei gleichem Arbeitslohn und Kohlenmenge ein höheres CS_2-A Seit 1890 verwendet man darum ausschliesslich nur Buchenholzkohle. Schwefelkohle densirt sich in den Vorlagen, und wenn dies aufhört, ist es ein Zeichen, dass alle aufgebraucht wurde. Die Temperatur der Retorte wird bis zur Rothglut erhöh das Ueberschreiten wie das Nichteinhalten derselben wirkt nachtheilig auf das bringen.

) Uhr abends wird dieselbe in etwa 5 Minuten mit Holzkohle gefüllt, zugedeckt und
lang (um möglichst allen Wassergehalt auszutreiben) ohne Schwefelaufgeben geglüht.
r Zeit beginnt wieder das Schwefeleinfüllen. Da vor dem Kohlenaufgeben 2 Stunden
rd, so kommen von 24 Stunden 20 für das Schwefelaufgeben und 4 Stunden für das
ı. Die Temperatur (etwa 1000°) wird jedoch den ganzen Tag gleich hoch erhalten.
iten werden bei 2 Oefen von 5 Arbeitern versehen. — Die Rückstände werden aus
in 1 bis 2 Wochen ausgeräumt, sonst häuft sich das Kohlenpulver und die Asche in
sse auf, dass selbst die Schwefelaufgebe-Oeffnungen versperrt würden. Beim Aus-
rschliesst man die Verbindungsröhre *d* mit den Condensatoren mit einem Thonpfropfen,
ft fernzuhalten, die Explosionen hervorrufen würde. Die ausgezogene Kohle wird mit
gossen, damit die CS_2-Dämpfe die Fabrikräume nicht füllen. Die getrocknete und
ohle kann wieder benutzt werden.

Condensation der Schwefelkohlenstoffdämpfe dienen die über Wasser stehenden
:. Diese Blechglocken stehen in einer mit Wasser gefüllten Pfanne *l*. Bei der
. 1 sind nur 2 Condensatoren, der eine mit 0,52, der andere mit 0,864 cbm Inhalt.
origen Retorten werden, um eine bessere Condensation zu erzielen, 4 Vorlagen an-
und zwar 3 mit 0,32 cbm und eine mit 0,384 cbm Inhalt. Die Condensatoren haben
eils 20, theils 40 cm breiten, kreisförmigen, hydraulischen Deckel. Zum Verschliessen
sser und feiner gesiebter Sand. — Der Schwefelkohlenstoff destillirt aus der Retorte
Verbindungsrohr *d* in die Vorlagen *k*. Die hier nicht condensirten Dämpfe durch-
t den 3 m langen, im Durchmesser 70 cm breiten Kessel *n*, sodann 3 U-förmig
ühlröhren, welche mit denen von der Raffination zusammen in einem Wasserbehälter
nter dem Ende der ins Freie mündenden Röhrenleitung steht ein 0,16 cbm grosser
n welchen das CS_2 abtröpfeln kann, wenn noch hier etwa nicht condensirte Dämpfe
möchten. Der flüssige Schwefelkohlenstoff wird aus den Pfannen *l* der Condensa-
Tag in den Frühstunden abgehebert und in eiserne Kessel verladen.

rohe Schwefelkohlenstoff ist mit 6 bis 10 Proc. aufgelöstem Schwefel ver-
hat eine bräunliche Farbe und penetranten Geruch; er wird seit 1888 einer
tion bez. einfachen Destillation unterworfen. Zu diesem Zwecke dient ein
antel versehener Eisenkessel *y* (Fig. 330) mit kreisförmigem Horizontalquer-
r ist 185 cm hoch und 180 cm breit. Der Zwischenraum vom Holzmantel
kessel wird zur Fernhaltung der äusseren Luft mit
üllt. Die bei der Destillation erforderliche Tempe-
48° wird durch das Einleiten von Wasserdampf in
der Doppelböden *s* erreicht. Der Schwefelkohlen-
durchzieht die Röhre *x* und wird dann in einer
4 Stück zweischenkligen Kühlröhren, die in dem
n erwähnten Bassin liegen, verdichtet und in einem
ionsapparat unter Wasser aufgefangen. *z* ist die
zugleich Ausräumeöffnung. Nachdem der Kessel
40 bis 45 hk rohem Schwefelkohlenstoff gefüllt ist,
as Einleiten von Wasserdampf von 0,3 bis 0,5 Atm. Spannung, und bringt
um Sieden. — Nach 2 Stunden beginnt die Destillation, was an dem Warm-
r Eisenröhren bemerkt wird, zugleich hört man ein Sausen in den Conden-
wird nämlich zuerst H_2S frei. Die Raffination dauert etwa 6 Stunden.

Fig. 330.

nschaften. Im reinen Zustande ist der Schwefelkohlenstoff eine wasserhelle,
gliche, das Licht stark zerstreuende Flüssigkeit von eigenthümlichem an Chloroform
n Geruche und aromatischem Geschmacke. Vol.-Gewicht = 1,2684. Er siedet bei
erflüchtigt sich deshalb schon bei gewöhnlicher Temperatur stark. Seine Entzündungs-
liegt bei etwa 150° (J. 1891, 314). In Wasser löst sich 1 Proc.; mit Weingeist,
ähnlichen Flüssigkeiten ist er in allen Verhältnissen mischbar. Harze, Fette und
Oele, Kautschuk, Guttapercha, Wachs, Campher, Schwefel, Phosphor und Jod löst er
Menge. Ein Gemenge seines Dampfes mit atmosphärischer Luft explodirt heftig.

endung. Zum Vulkanisiren und zum Lösen von Kautschuk, zum Ausziehen des
Knochen und aus ölhaltigen Samen (Palmkernen, Oliven u. dgl.), zum Ausziehen von
aus Gesteinen und Gasreinigungsmasse. Zur Fabrikation von Blutlaugensalz
Verfahren von Tcherniak und Güntzburg und von Schwefelcyanammon wird

ebenfalls Schwefelkohlenstoff verwendet. Das phönicische Feuer ist eine Lösung von in Schwefelkohlenstoff, womit Brandgeschosse für gezogene Geschütze gefüllt werd Tödten der Ratten, des Kornwurmes, der Motten wird der Schwefelkohlenstoff mit gewendet. Ferner hat man die Alkalisulfocarbonate (Verbindungen der All mit $CH_2S_3 = CS(SH)_2$) in wässeriger Lösung mit Erfolg gegen die Reblaus (Phyll gewendet.

Schwefelchlorür (ClS), welches man zum Vulkanisiren des Kautschuks bildet eine ölartige Flüssigkeit von 1,60 spec. Gew., bräunlicher Farbe, erstickendem raucht an der Luft und siedet bei 144°. Es zersetzt sich mit Wasser sehr bald in Schw Salzsäure, etwas Schwefelsäure und Schwefel. — Das Schwefelchlorür ist ein gutes mittel für Schwefel; Rapsöl wird durch Schwefelchlorür in eine kautschukähnliche M geführt, Leinöl in Firniss verwandelt. Man erhält das Schwefelchlorür, indem man ge und getrocknetes Chlorgas durch geschmolzenen und auf 125 bis 130° erhitzten Schw Es entsteht sofort Schwefelchlorür, welches mit fortgerissenen Schwefeldämpfen in kühlte Vorlage destillirt. Um das so erhaltene Schwefelchlorür von dem mechanisch bei Schwefel zu befreien, wird es destillirt, wobei Schwefel zurückbleibt.

Schwefligsäure.

Schwefligsäure, SO_2 (richtiger Schwefeldioxyd), erhält man du brennen von Schwefel, Rösten von Schwefelmetallen oder auch durch Redu Schwefelsäure.

Zur Herstellung von Schwefligsäure aus Schwefel wird derselbe in (flacher Sohle eingetragen und entzündet. Um einen gleichmässigen Gasstr halten, lässt man geschmolzenen Schwefel ununterbrochen auf die Brennpla und dort verbrennen.

Weitaus die meiste Schwefligsäure wird durch Rösten von Schwefel Blende erzeugt. Die hierfür verwendeten Oefen (Kilns) bestanden anfangs Schacht ohne Rost; sie werden noch auf einigen Hüttenwerken zum Rösten verwendet.

Zum Rösten von Schwefelkies in Stücken verwendet man niedrige Oef Sohle von drehbaren Roststäben gebildet wird. Die beim Rösten:

$$2\,FeS_2 + 11\,O = Fe_2O_3 + 4\,SO_2$$

entstehende Wärme genügt, den Schwefelkies in Brand zu halten. Ist die un abgeröstet, so wird sie durch Drehen der Roststäbe entfernt und eine frische aufgeworfen.

R. Hasenclever (J. 1896) hat die durch Fig. 331 bis 334 erläu richtung durchaus bewährt befunden. Die Luft tritt unter die Roststäbe in ein, und wird die durch das Rösten des Kieses sich entwickelnde schweflige S zum Gloverthurm weitergeführt. Soll ein Schwefelkiesofen frisch beschickt entfernt man zunächst die Abbrände, indem man die Roststäbe hin- und herbe dies in Lunge's Handbuch der Sodaindustrie und an vielen anderen Orten beschrieben ist. Wenn es die Verhältnisse gestatten, ist es bequem, die ausg Schwefelkiese in Kippwagen fallen zu lassen, welche sich unter den Röstöfen Gestatten es die Räumlichkeiten nicht, solche Kanäle anzubringen, so empfieh flache Wagen auf den Schienen *i* und *k* unter die Roststäbe zu schieben und unter dem Ofen fortzuziehen. Die Entfernung der Rückstände ist auf di bequemer, als wenn man sie unter dem Ofen fortziehen muss. — Wenn aus theilung der ausgebrannte Kies entfernt ist, so schliesst man den Schieb (s. Vorderansicht) und öffnet den Schieber *S* im Kanal *g f*, der sich hinter dem befindet und am besten zu einem Schornstein führt, in welchen keine Feuer münden und der nur so hoch zu sein braucht, dass die Mündung das Dach der überragt. Durch das Oeffnen des Schiebers ist der Raum unter den Röstö

fg mit dem Schornstein verbunden. Die Luft, welche durch den nicht luft-
essenden Schieber *bcde* unter die Roststäbe tritt, wird dann theilweise durch
l *gf* in
astein ge-
nd der
elkies
langsam,
den ent-
n Ar-
a oder
keine
Säure
Zwei
werfen
Schwe-
die glü-
zschicht,
dieselbe
aus, ver-
die Ar-
wieder,
Schieber
ziehen
er *bcde*
die Höhe
ntwicke-
schwefli-
nimmt
en Fort-
e wird
elmässi-
e mehr
en ein
iesofen
gl. J.
)
Röstofen
encle-
elbig[1])
S. 388)
klein
Trichter
en und
Röstung
Maasse
frischer Kiesschlieg aus den Trichtern nachrollt. Die in den Ofen tretende
t über die Erzschichten auf den unteren 4 bis 5 Platten aufwärts, wärmt sich
verlässt mit etwas Schwefligsäure gemengt den Ofen, steigt in einem Kanal

Fig. 331 bis 334.

871, 214; 1876, 297; 1878, 302; 1886, 257.

empor, erwärmt sich hier noch an vorhandenen Gasabführungsröhren, tritt da
den Ofen, zieht nach unten, die heissen Röstgase treten aus dem Röstof
schachtförmige Kanäle und gehen dann nach der Bleikammer. Diese Oef
nur noch wenig verwendet.

Für **Feinkies** ist besonders beliebt der **Plattenofen** von Mal
diesem Ofen (Fig. 336 zeigt denselben im Längendurchschnitt) wird der de
steigenden Gasen entgegengeführte Feinkies von Platte zu Platte hinabgearb

Fig. 335.

Fig. 336.

ihn in Betrieb zu setzen, dient der Rost *a* mit Feuerthür *b*, die man jedoch
sobald der Ofen glühend geworden ist. Man beschickt die obere Platte n
und schafft es durch die Arbeitsthüren *h*, *i* und *k* etwa alle 2 Stunden auf ein
Platte, bis schliesslich die Abbrände die untere Platte bei *u* verlassen. D
ziehen in entgegengesetzter Richtung über alle Platten hin.

Rösten der Blende. Der Ofen von Eichhorn und Liebig
einer grösseren Anzahl vollkommen von einander getrennter 6- oder mehrso
kammern *r* (Fig. 337 und 338), welche durch die einem Generator *G* en
die Züge *n* durchstreichenden Feuergase von aussen geheizt werden. Um
in den langgestreckten Feuerzügen genügend vertheilen zu können, wird
schiedenen Stellen durch Kanäle *l* erwärmte Verbrennungsluft den Generat
geführt. Die auf der Decke des Ofens durch die ausstrahlende Wärme
werkes vorgewärmte Blende gelangt durch den Trichter *t* jeder einzelnen
auf die oberste Sohle und wird dort gleichmässig ausgebreitet. Von da w
nach 6- bis 8stündigem Verweilen auf die zweite Sohle gebracht, nach de
nach der zunächst darunter liegenden Sohle, durch die bald hinten, bald vor
Unterbrechungen *a* des Bodens weiter befördert, während die oberen Sohle
Trichter immer wieder mit neuem Erze beschickt werden. Das Erz verwei
je nach seiner Beschaffenheit, 36 bis 48 Stunden im Ofen, ehe es abgeröste
Abfallkanal *k* den Ofen verlässt und in den Abkühlungsraum *o* fällt. Zur
einer vollständigen Abröstung auf der 6. Sohle muss die zugeführte Luft

werden. Zu diesem Zwecke sind die Ofenöffnungen möglichst luftdicht ver-
, so dass die Röstluft gezwungen ist, ihren Weg durch ein unter jeder Röst-
angebrachtes Rohr *e* zu nehmen und so, in den in der Sohle des untersten Feuer-
sgesparten kleinen Kanälen *y* herstreichend, stark erhitzt wird. Die Zu-

Fig. 337.

der Luft kann für jede Röst-
durch einen an der Mündung
s *e* angebrachten Schieber genau
werden. Die erhitzte Röstluft
en Weg durch den Abfallkanal
e Erzlagen — entgegengesetzt
gung derselben — hinweg, hier-
r an Schwefel reichere Be-
antreffend, durch deren Oxy-
sich mit Schwefligsäure sättigt,
gt endlich durch den Kanal *s*
mtlichen Röstkammern gemein-
gstaubkammer *V*, aus welcher
ase ihren Verwendungszwecken
.

Fig. 338.

der Rhenania bei Aachen hat sich nach Hasenclever (J. 1886, 259) der
d gezeigt, dass die Platten dieser Oefen oft ausgewechselt werden müssen.
Röstöfen der Gesellschaft Rhenania in Stolberg bestehen aus einer Reihe über
liegender Muffeln, welche von Feuerungsgasen umspült werden. Die indirecte
nügt für die vollständige Abröstung der Zinkblende. Die Erze werden in
em Zustand oben auf den Ofen gebracht, durch Trichter in die obere Sohle
und von dort allmählich durch den Arbeiter von Muffel zu Muffel weiter ge-
d bis zum Ende der unteren Sohle unter häufigem Umrühren vollständig ent-
. Die Luft tritt bei den Arbeitsthüren ein, geht bei Berührung mit dem glühenden
hwefligsäure über, welche in besonderen, den Arbeitsthüren gegenüberliegenden
hochgeführt wird und in die Bleikammer gelangt. Durch diese Kanäle wird
zug ein ungehinderter und ermöglicht die Anordnung, eine Reihe von Röstöfen

in dieselbe Bleikammer zu leiten, was bei wagrechter Führung heisser schwieriger zu bewerkstelligen ist.

In 24 Stunden liefert der Ofen, an welchem je 2 Mann in jeder zwölfstündig arbeiten, 30 bis 40 hk geröstete Blende, je nach der Beschaffenheit derselben. D verbrauch beträgt einstweilen täglich 980 k Förderkohlen. Es werden die Oefen thei feuerung, theils mit Planrost betrieben. Die Ablösung der Zinkblende erfolgte allm sank bei einem Schwefelgehalt im rohen Zustande von

	19,2 Proc.	26,8 Proc.	26,5 Proc.
am Ende der ersten Muffel auf .	17,6	19,1 bis 21,9	15,4 bis 21,3
am Ende der zweiten Muffel auf	12,0	11,2 „ 14,3	9,9 „ 12,4
am Ende der dritten Muffel auf .	3,4	1,02 „ 1,48	0,75 „ 1,06
abgeröstet	0,6	0,35 „ 1,02	0,75 „ 1,06

Die Temperatur schwankt je nach dem Schwefelgehalt der Erze und betrug in Muffel 580 bis 690°, in der zweiten und dritten 750 bis 900°. Bei reichen Erzen ist d Muffel am heissesten, bei armen herrscht die höchste Temperatur unten. —

Neuerdings werden in Stolberg und Oker a. H. bei Erzen von hohem und Schwefelgehalte drei Muffeln unmittelbar übereinander gelegt, so dass die Feu die unterste und oberste Muffel bespülen. Nur bei Erzen von verhältniss ringem Schwefelgehalte führt man die Feuergase noch um die einzelnen Muffe Im Interesse des Zusammenhaltens der Wärme sind je zwei Oefen mit der E aneinander gebaut.

Beachtenswerth ist der Muffelofen der Rhenania zum Rösten v u. dgl. Die Muffeln *J K L M* (Fig. 339) liegen übereinander und we einem Feuerzug umspült. Die Achsen *B* sind auf der einen Seite in L den feststehenden Ständern *a* eingelegt, während auf der anderen Kopfseite die Achsen *B* auf einer Schlittenführung zwischen Ständer a^1 und *c* gelager ein Verschieben in der Horizontalen ermöglichen. Auf den Achsen *B* sind $D\, D^1\, D^2$ befestigt und auf diesen Sternen liegt eine Kette ohne Ende. Die I durch Gewichte, welche mittels Rolle und Kette in den Achsen B^4 und B bindung stehen, stets in Spannung gehalten, damit dieselbe immer in wagrec die Sohlen bestreicht. Die Ketten $F\, F^1$ sind durch die Stücke $G\, G^1$ mit eina bunden. An diesen Verbindungsstücken sind auch die Rührer und Schaufeln und zwar in der Weise, dass die Rührer und Schaufeln zur Wirkung komme gültig, ob die Kette durch Drehung um den Stern ihre Lage verändert. An bindungsstücken *G* sind die Schaufeln und an G^1 die Rührer angebracht. bindungsstücke werden, um ein leichtes Auswechseln der schadhaften Rü Schaufeln zu ermöglichen, mit ihren Enden schwalbenschwanzförmig in di glieder eingelegt. Die offenen Kopfenden des Ofens werden durch Klapp welche sich von selbst schliessen, nachdem ein Rührer oder eine Schaufel den lassen hat oder in den Ofen wieder eingetreten ist, geschlossen, und zwar sind d thüren so angebracht, dass sich dieselben in der Bewegungsrichtung der Ket öffnen. Der Antrieb erfolgt von einer besonderen Betriebskraft vermittels de (J. 1892, 261.) — Der Ofen ist noch nicht ausgeführt.

Der mechanische Röstofen der Gesellschaft Vieille Montagne (J. 18 ist in Oberhausen in Betrieb. Dieser Blenderöstofen besteht aus mehre einander liegenden Rostsohlen *A* (Fig. 340 und 341 S. 392), an welche sich eine v Rostfläche *B* anschliesst. Das in den Trichter *a* geschüttete zerkleinerte mittels zweier Walzen nach und nach durch Kanäle *k* auf die oberste Röstsohle um mittels der sich drehenden Schürhaken auf die darunter liegenden Röstfl fördert zu werden. Die Feuergase der Feuerung *F* bestreichen den Herd *B*, einzelnen Röstsohlen *A* und entweichen durch die Staubkammer *C* in den Abzug

rvorrichtung besteht aus einer senkrecht durch den Ofen gehenden Achse *b*, erstangen *e* die Schüreisen tragen. Der Abschluss zwischen der Achse und . geschieht mittels Asbestpackung. Die Achse *b* befindet sich in einer eisernen an welcher sie an ver- n Stellen befestigt ist. Zwischenraume zwischen steigt von unten Kühl- r und verhindert dadurch schnelles Zerstören der Die gezahnten Schür- ind in der radialen Rich- den Armen *e* befestigt en lediglich zum Durch- es Erzes. Die glatten en *f* dagegen sind schräg en Richtung des Armes *e* und bewirken den Trans- umgerührten Erzes je er Winkelstellung ent- n der Mitte nach dem oder von hier nach der runden Röstsohlen. ne in der Mitte oder an fange entsprechend der llung der Schürhaken *f* te Oeffnung in der Röst- t das durch einander ge- rz auf die darunter lie- stsohle, wird hier aber- h die Schüreisen *m* um- und durch die Schür- rieder nach der Oeffnung tliegenden Röstsohle be- schliesslich zur Todt- f den Herd *B*.

hlich ist der mechanische von Frasch (J. 1894), ich in Amerika bewäh- während die Blende- n von Preis (J. 1892) ndsberg (J. 1899) gen Herd haben. Letz- r voriges Jahr auf khütte in Oberschlesien

Fig. 339.

ammensetzung der Röstgase. Nach der Gleichung:

$$4\,FeS_2 + 11\,O_2 = 2\,Fe_2O_3 + 8\,SO_2$$

480 k Schwefeleisen (11 × 32) = 352 k oder (11 × 22,3) = 245,3 cbm und geben (8 × 64) = 512 k oder (8 × 22,3) = 178,4 cbm Schweflig-

säure[1]). Man erhält also nicht — wie beim Verbrennen von Schwefel — Raumtheil Schwefligsäure, sondern für 100 l Sauerstoff nur 72,7 l Schwefligsä Blende:

$$2\,ZnS + 3\,O_2 = 2\,ZnO + 2\,SO_2$$

für 100 l Sauerstoff sogar nur 66,7 l Schwefligsäure. Beim Verbrennen von in atmosphärischer Luft kann daher das erhaltene Gasgemisch theoretisch 21

Fig. 340.

Fig. 341.

Schnitt. I-II.

Schwefligsäure während die von Schwefelki und von Blende Schwefligsäure können. Th wird aber dieser Gehalt nicht erreicht, weil immer ein Theil der Schw Schwefelsäure (SO_3 oder durch atmosphärische Feuchtigkeit H_2SO_4) bild Verbrennen von Schwefel ist diese Schwefelsäurebildung meist gering, sie be bei Schwefelkies bis 20 Proc. der vorhandenen Schwefligsäure (vgl. S. 40 die Schwefligsäure als solche benutzt werden, so bedingt dieser Umstand erhebliche Verluste.

Flüssige Schwefligsäure[2]). Zur Herstellung von flüssiger Schw hat sich das Verfahren von Hänisch und Schröder bewährt. Man lässt gase oder dgl. durch Rohr a (Fig. 342) in den Thurm b treten, der mit Ko gefüllt ist, und in welchem beständig ein Sprühregen kalten Wassers herabri durch die Schwefligsäure gelöst wird. Die nicht gelösten Gase (Stickstoff u stoff) treten durch das Rohr c aus. Die wässerige Lösung von Schwefligsä beständig durch das Rohr d in eine Reihe geschlossener Bleipfannen e, in w bis zum Sieden erhitzt wird. Die dabei entweichenden Dämpfe von Schw gelangen durch das Rohr f in die Kühlschlange g, welche von kaltem Wasser ist, und von hier durch das Rohr h in den Kessel i, in welchen Schwefels gespritzt wird, um die Schwefligsäure vollkommen von Wasser zu befreien. Kessel i kommen die Gase durch das Rohr k in die Pumpe l. — Die Flüssigk Bleipfannen e, welche noch geringe Mengen Schwefligsäure in Lösung enthäl zu weiterer Behandlung durch das Rohr m in den Behälter n, in welchem netze angebracht sind, und fliesst hier in Form eines Sprühregens einem Da

1) Vgl. F. Fischer: Stöchiometrie (Hannover, 1875).
2) J. 1884, 271; 1886, 267; 1887, 497; 1888, 397.

, welcher durch das Rohr *o* eingeführt wird. Die dadurch freiwerdenden von Schwefligsäure werden durch das in das Rohr *f* mündende Rohr *p* ab- urchziehen ebenfalls die Kühlschlange *g* und den Kessel *i* und vereinigen sich mpe *l* mit den übrigen Schwefelsäuredämpfen. — Das in der Schlange *g* ver-

Fig. 342.

Wasser fliesst durch Rohr *p* in den Behälter *n* zurück und wird mit dem übrigen es Behälters *n* bei Bedarf durch das Rohr *q* abgelassen. — Um den Druck in chtung zu regeln, ist der Taffetsack *r* in das Rohr *k* eingeschaltet, wobei die g der Pumpe *l* nach der Grösse dieses Sackes geregelt wird. Die in der gepressten Gase treten durch das Rohr *s* in die Kühlschlange *t* und werden lüssigt. Aus der Kühlschlange *t* fliesst die Säure in den Kessel *u*, aus welchem arke, zur Versendung geeignete Flaschen *v* abgelassen wird. — Um die mit- ı Gase (Sauerstoff und Stickstoff) gelegentlich abführen zu können, ist an den ein mit Ventil versehenes Rohr *w* angeschlossen, durch welches dieselben in orptionsthurm *b* geleitet werden.

Verfahren wird u. a. auf der Zinkhütte zu Hamborn bei Oberhausen ausgeführt. efligsäure wird von hier aus in Kesselwagen von 100 hk Inhalt oder sogenannten von 5 hk Inhalt verschickt und vortheilhaft in Eisfabriken (S. 375), in Zucker- zur Saturation, sowie in Papierfabriken zur Herstellung von sogenanntem Sulfitstoff t.

Verfahren verdient auch Beachtung für die Verwerthung der Schwefligsäure, welche melzen von Glas aus Sulfat:

$$Na_2SO_4 + C + SiO_2 = Na_2SiO_3 + CO + SO_2,$$

erstellung von Ultramarin u. dgl. entweicht.

genschaften. Schwefligsäure (d. h. Schwefeldioxyd) ist ein stechend riechen- oses Gas, welches durch Druck oder starke Abkühlung verflüssigt wird (vgl. S. 377). er löst bei 0° 79,8 (= 229 g), bei + 10° 56,6 und bei + 20° 39,4 *l* Schwefligsäure. 1899, 357.)

wefligsäure ist ein heftiges Blutgift. Schwefligsäurehaltige Luft wirkt nach Leh- J. 1893) bei 0,012 ‰ noch wenig lästig, bei 0,03 ‰ aber sehr unangenehm. Von wasserstoff sollten höchstens 0,01 Proc. in der Luft enthalten sein, schon 0,1 Proc. wirkt tlich. (J. 1892, 288.)

wendung. Die Schwefligsäure dient besonders zur Schwefelsäurefabrikation, ferner pierfabrikation, zur Darstellung von Sulfat aus Chlornatrium, zum Aufschliessen von iefer bei der Alaunfabrikation; zum Conserviren (Schwefeln) der eingemachten Früchte, s und Weines, des Hopfens, des Fleisches, des Dextrinsyrups, des Zuckersaftes bei der brikation, als Desinfectionsmittel, zur Eisbereitung, zum Bleichen von thierischen Seide, Wolle, Badeschwämme, Federn, Leim, Darmsaiten, Hausenblase), von Korb- und echten u. dgl.

Die Schwefligsäure, als Hüttenrauch u. dgl.[1]) ist von verheerender Wirku[ng auf] Pflanzen, namentlich sind Coniferen überaus empfindlich gegen Schwefligsäure. Von d[en] vorgeschlagenen Mitteln hat sich nur das Verfahren von Hänisch und Schröd[er] und das mit Kalk bewährt.

Calciumsulfit, $CaSO_3$, bez. Calciumbisulfit wird erhalten, wenn d[ie beim Ver]brennen von Schwefel oder Rösten von Schwefelkies erhaltene Schwefligsäu[re durch mit] Kalksteinen gefüllte Thürme geleitet wird, während von oben Wasser herun[terrieselt], oder besser, indem man die Schwefligsäure durch Kalkmilch leitet. Die sau[re Lösung] wird in grossen Mengen zur Herstellung von Zellstoff (Sulfitstoff) für Papie[r] (s. d.) verwendet[2]).

Natriumbisulfit. Zur Herstellung von Natriumbisulfit [sättigen] Basse und Faure gesättigte Sodalösung mit Schwefligsäure. Sie verwen[den] einen Bottich A (Fig. 343) mit gelochtem Zwischenboden E zum Aufsch[ütten der] Krystallsoda und gasdicht schliessendem Deckel mit Trichter F zum Einfüllen [...]

Fig. 343.

Durch den Deckel tritt eine Leitun[g B,] welche durch den Zwischenboden bis [zum] Boden des Bottichs geht und zum [Einleiten] des Schwefligsäuregases dient. Ein[e] Leitung D tritt seitlich unterhalb des Z[wischen]bodens ein und geht in der Achse de[s Bottichs] bis nahe zum Zwischenboden; sie d[ient zum] Einleiten des Wasserdampfes. Von [...] geht ein Abzug C für die entwickelte [Kohlen]säure, überschüssige Schwefelsäure [...] verunreinigenden Gase ab. Am Bod[en ist der] Bottich mit einem Ablasshahn G au[sgestattet] (J. 1899). Das zweifach schw[efligsaure] Natrium, Natriumbisulfit, Bisulfit-[...] oder Leukogen, $NaHSO_3$, findet anstatt des thioschwefelsaurem Natrium als [Antichlor] der mit Chlor gebleichten Stoffe (Holzmasse, Papier, Stroh, Lumpen, Gespin[nste und] Gewebe aus Hanf, Leinen, Baumwolle und Jute), sowie zum Bleichen und [...] der Wolle Anwendung. Als Mittel zur Conservirung von Bier, Wein, Fleisch, [...] für die Zwecke der Weissgerber u. dgl. wird es ebenfalls benutzt.

Natriumthiosulfat (früher unterschwefligsaures Natrium oder Natri[umhypo]sulfit genannt), $Na_2S_2O_3 . 5\,H_2O$. Nach E. Kopp stellt man zunächst thio[...]

---

1) J. 1881, 168; 1883, 273; 1884, 303; 1899, 116; — J. v. Schröder und C. [...] Die Beschädigung der Vegetation durch Rauch (Berlin, Parey).

2) Die Bestimmung der freien Schwefligsäure (bez. Bisulfit) neben S[...] schieht durch Titration mit Jodlösung entsprechend den Zersetzungsgleichungen:

1. $SO_2 + 2H_2O + 2J = H_2SO_4 + 2JH$
2. $Na_2SO_3 + H_2O + 2J = Na_2SO_4 + 2JH$
3. $CaSO_3 + SO_2 + 3H_2O + 4J = CaSO_4 + H_2SO_4 + 4JH.$

Es entsteht eine dem angewandten Jod äquivalente Menge Jodwasserstoff, die S[chweflig]säure wird zu Schwefelsäure. Ist die Schwefligsäure frei gewesen, so entsteht eine entsp[rechende] Menge freier Schwefelsäure, war sie gebunden, so bleibt auch die Schwefelsäure g[ebunden]. Wenn man nun am Schlusse der Titration mit Jod die Gesammtmenge der freien Sä[uren auf] alkalimetrischem Wege bestimmt und von dieser diejenige der Jodwasserstoffsäure ab[zieht, so] hat man die Menge der gebildeten freien Schwefelsäure und damit auch der freien S[chweflig]säure. — Das Verfahren eignet sich auch zur Bestimmung des Schwefelsäureg[ehaltes] der Kiesofengase, indem die von der Schwefligsäurebestimmung der Gase herrührende [...] Jodlösung mit $^1/_{10}$-Natron austitrirt wird. Was davon mehr gebraucht wird als den aus [dem] Jod gebildeten Säuren entspricht, zeigt die in den Röstgasen enthaltene Schwefelsäure [...] S. 406.) — Lunge bestimmt die Gesammtsäure alkalimetrisch (J. 1890, 445).

lcium dar, indem man Schwefligsäure auf das beim Auslaugen der Rohsoda ibende Calciumsulfuret der Sodafabriken (vgl. diese) einwirken lässt, und das ne Kalksalz durch eine Lösung von Natriumsulfat zersetzt, wobei sich Gyps ägt und thioschwefelsaures Natrium in Lösung bleibt.

at die technisch wichtige Eigenschaft, mit Silberoxyd ein leicht lösliches Doppel-chwefelsaures Silber-Natrium $NaAgS_2O_3$) zu bilden und deshalb unlösliche Silber-en, wie Jodsilber und Chlorsilber, mit Leichtigkeit aufzulösen, daher seine Anwendung tographie und zur Silbergewinnung (S. 284). Thioschwefelsaures Natrium löst Jod Menge, daher seine Anwendung in den jodometrischen Methoden. In den Schwefel-ken findet es zuweilen zur Entfernung der Arsenigsäure aus der Kammersäure Anwen-m es mit der Arsenigsäure zu Schwefelarsen und Natriumsulfat sich umsetzt. Endlich n das thioschwefelsaure Natrium auch zur Darstellung des Quecksilber- und Antimon- zur Bereitung von Anilin- oder Aldehydgrün (Emeraldin), beim Färben der Wolle sowie (nach Lauth, 1875) als Beize beim Wollfärben mit Methylgrün. Das thio-ure Blei wird als Bestandtheil der Zündmasse phosphorfreier Zündhölzchen angewendet; upferverbindung ist zu gleichem Zwecke in Vorschlag gebracht worden.

Schwefelsäure.

uchende Schwefelsäure. In der Rothglühhitze werden die schwefel-lze unter Entwickelung von Schwefelsäuredämpfen (oder von Schwefligsäure rstoff) zersetzt, mit Ausnahme der schwefelsauren Verbindungen der Alkalien ischen Erden. Eisenvitriol zerfällt in der Rothglühhitze in Eisenoxyd, wasser-wefelsäure und Schwefligsäure: $2\,FeSO_4 = Fe_2O_3 + SO_3 + SO_2$. Da der-ktisch nicht vollständig entwässert wird, so erhält man die sog. rauchende lsäure, ein veränderliches Gemenge von wasserfreier Schwefelsäure (Anhydrid xyd SO_3) mit Schwefelsäure (H_2SO_4) oder auch ein Gemenge von Schwefel-t Pyroschwefelsäure, $H_2S_2O_7$, in wechselnden Verhältnissen. In den abriken Böhmens benutzt man zur Darstellung des Vitriolöls den sehr unreinen iol, der schon wesentlich Ferrisulfat enthält: $Fe_2(SO_4)_3 = Fe_2O_3 + 3\,SO_3$.

Darstellung der rauchenden Schwefelsäure lässt man in Böhmen Vitriol-urch Liegen an der feuchten Luft verwittern und laugt sie dann aus. Die erhaltene rd bis zur Trockne abgedampft und in Kesseln möglichst entwässert. Die Salzmasse stein oder Rohstein) wird in Flammöfen noch weiter erhitzt, um sie zu entwässern darin noch in reichlicher Menge enthaltene Ferrosulfat in Ferrisulfat überzuführen. ene calcinirte Vitriolstein wird in dem Galeerenofen geglüht. Derselbe enthält zwei n irdenen Kolben, deren Hälse so eingemauert sind, dass die Mündungen der Vorlagen en eingeführt und verkittet werden können. Die Kolben werden mit je 1,25 k der chickt, die zuerst übergehende Schwefligsäure enthaltende wasserhaltige Schwefelsäure öhnlich nicht aufgefangen. Beginnen aber weisse Nebel von wasserfreier Schwefel- zu zeigen, so legt man die Vorlagen, welche ungefähr 30 g Wasser enthalten, vor nt die Destillation, nachdem die Fugen mit Kitt lutirt worden sind. Nach 24 bis n ist die Destillation beendigt. Die Kolben werden von Neuem gefüllt und bei be-Destillation dieselben Vorlagen mit der schon übergegangenen Säure abermals vor-Nach viermaligem Abtreiben hat das Vitriolöl die erforderliche Concentration. In ten bleibt als Rückstand rothes, noch etwas Schwefelsäure enthaltendes Eisenoxyd ar, Caput mortuum Vitrioli, Pariser Roth). — Das Verfahren ist durch das neue verfahren (S. 426) bedeutungslos geworden.

riumbisulfat ($NaHSO_4$) gibt beim Erhitzen bis zum Schmelzen Wasser ab unter on pyroschwefelsaurem Natrium: $2NaHSO_4 = Na_2S_2O_7 + H_2O$, welches bei weiterem (bei etwa 600°) in Schwefelsäureanhydrid und in neutrales Sulfat sich spaltet: $= SO_3 + Na_2SO_4$. Das sich entwickelnde Schwefelsäureanhydrid leitet man in äure. — Wolters empfiehlt zur Darstellung des Anhydrids ein Gemisch von Magne-t und Natriumpyrosulfat zu erhitzen. Noch unter der Rothglühhitze wird Schwefel-ei und ein Doppelsalz $MgSO_4 + Na_2SO_4$ bleibt zurück, das in bekannter Weise in seine standtheile getrennt wird und dann in den Kreislauf der Fabrikation zurückkehrt. 166; 1884, 300.)

Eigenschaften. Die rauchende Schwefelsäure ist eine hellbraune dickflüs liche Flüssigkeit von 1,86 bis 1,89 spec. Gewicht. In der Kälte schiesst daraus bei Concentration Pyroschwefelsäure als krystallinische, bei 35° schmelzende Masse an, we linder Erwärmung in Schwefelsäureanhydrid und Schwefelsäure zerfällt ($H_2S_2O_7 = SO$ Man benutzt sie zum Auflösen des Indigs (4 Th. rauchender Schwefelsäure lösen 1 in neuerer Zeit findet sie in grösserer Menge in der Verarbeitung der Ozokerite u Darstellung verschiedener Theerfarbstoffe (s. d.) ausgedehntere Anwendung.

Festes Vitriolöl, Pyroschwefelsäure, $H_2S_2O_7$, bildet sich durch A 1 Mol. Anhydrid (S. 425) in 1 Mol. Schwefelsäure: $SO_3 + H_2SO_4 = H_2S_2O_7$.

Gewöhnliche Schwefelsäure[1]). Weitaus die meiste Schwefel noch durch Oxydation der beim Verbrennen von Schwefel (S. 386), namen beim Rösten von Kiesen und Blende (S. 388) erhaltenen Schwefligsäure mit säure gewonnen. Nach der Gleichung

$$S_2 + 3\,O_2 + 2\,H_2O = 2\,H_2SO_4$$

erfordern 64 k Schwefel 67 cbm Sauerstoff oder 320 cbm atmosphärische L 36 k Wasserdampf zur Bildung von 196 k Schwefelsäure. Aus den Er S. 410 ergibt sich, dass für die Herstellung von Schwefelsäure die Röstgase au Schwefligsäure mindestens 50 Vol. Sauerstoff enthalten müssen. Thatsäch überschüssiger Sauerstoff vorhanden sein, wenn die S. 409 besprochenen I nicht gar zu langsam vor sich gehen sollen. Unter Berücksichtigung d gebildeten Schwefelsäure enthalten daher die in die Bleikammern eingeleit aus Schwefel etwa 12 Vol.-Proc., bei Schwefelkies etwa 7, bei Blende 6 b Schwefligsäure.

Bleikammern liefern z. B. noch die meiste Schwefelsäure[2]).

Calvert und Johnson (J. 1863, 210) fanden, dass das Blei durch Schwefels mehr angegriffen wird, je reiner es ist. Cookson (J. 1882) fand, dass starke Säuren

1) Geschichte. Anfang des 17. Jahrhunderts machte Angelus Sala die Be dass beim Verbrennen von Schwefel in einem feuchten Gefässe bei überschüssiger Schwefelsäure bilde; er stellte nach diesem Verfahren in der Apotheke Schwefel Einige Zeit nachher (etwa 1620) setzte man auf den Rath von Lefèvre und Leme Schwefel eine gewisse Menge von Salpeter, um die Verbrennung zu befördern. D schlag fand in England, wo er durch Cornelius Drebbel bekannt geworden war, Grossen Anwendung. Ward gründete zu Richmond bei London (gegen 1740) eine Schwefelsäurefabrik; die Ballons, mit denen gearbeitet wurde, hatten eine Fassung 300 *l*. Durch dieses Verfahren fiel der Preis der Schwefelsäure, der bis dahin 25 Kilogramm betrug, auf 4,8 Mark. Gegen das Jahr 1746 ersetzte man auf Vors Roöbuck und Garbett die Glasballons durch Bleikammern, in deren Mitte auf ei bahn ein Wagen gefahren wurde, welcher eine grosse Schale aus Schwarzblech tru man das Gemenge von Schwefel und Salpeter verbrannte. In Folge der Einführung kammern fiel der Preis der Schwefelsäure auf 0,32 Mark. — In Frankreich entstan Schwefelsäurefabrik mit Bleikammersystem im J. 1766 in Rouen durch einen frühere aus England, Namens J. Holker. Im J. 1774 führte Lafolie das Einströmen Wasserdämpfen während der Verbrennung des Schwefels ein. In Deutschland e erste Schwefelsäurefabrik mit Bleikammern in Ringkuhl bei Cassel und 1820 eine F Reichard in Döhlen bei Dresden (der Preis der Schwefelsäure betrug 1826 in Dresd das Kilogramm). — Gay-Lussac verbesserte 1827 die Schwefelsäurefabrikation dadurch, dass er die Absorption der nitrösen Dämpfe durch Schwefelsäure in Koksth wirkte. — J. Glover führte den nach ihm benannten Thurm in die Schwefelsäuref ein. — Perret in Lyon verwendete im J. 1832 Pyrite zur Erzeugung der Schw Wehrle und Braun in Oesterreich seit dem J. 1837. In England wendet man erst Kiese an, obgleich 1817 bereits Hill in Deptford sich des Schwefelkieses statt des bedient hatte. In Sachsen, auf dem Harze und am Rheine trat gegen das J. 1840 z metallurgische Schwefelsäure (beim Rösten des Bleiglanzes, Kupferkieses, der Zinkblen erhalten) auf. — Vgl. namentlich G. Lunge: Handbuch der Sodaindustrie, 2 Auf schweig, 1893).

2) In der Schwefelsäurefabrik Fouché-Lepelletier zu Javel bei Paris w sechziger Jahren eine Kammer aus Guttapercha in Gebrauch (vgl. J. 1863, 200).

ır Antimon haltiges Blei stärker angreifen als reines Blei, schwächere Schwefelsäure er Temperatur aber weniger stark als Blei ohne Antimon. Burgemeister (J. 1890) te im Betriebe während 16 Jahren eine Abnutzung von 0,7 mm.

h Versuchen von Lunge (J. 1892) ist für weitaus die meisten Fälle in der Schwefelikation das reinste Weichblei das tauchlichste Material zur Construction von Apparaten, Linie für Bleikammern, Reservoire, Thürme u. dgl., aber auch für Concenspfannen, jedenfalls wenn diese so angelegt sind, dass das Feuer nicht zuerst die Pfannen trifft, also die Temperatur nie, auch nur zeitweise, auf 200⁰ oder gar darüber ann. Das reinste Weichblei wird von verdünnter und concentrirter, von reiner und Säure weniger als alle anderen Bleisorten angegriffen, wenigstens bei Temperaturen der gewöhnlichen bis zu 200⁰. — Ein Zusatz von ganz wenig Antimon (0,2 Proc.) oder nicht erheblich schädlich; in der Kälte verhielt sich solches Blei sogar in manchen ner etwas widerstandsfähiger als das antimonfreie, allerdings nur in unbedeutendem Wo es darauf ankommt, dem Blei etwas mehr Härte oder Zugfestigkeit zu geben, wird nach einen solchen geringen Zusatz von Antimon geben können, aber nur dann, wenn nur mit kalter Säure in Berührung kommen soll. Bei höherem Gehalte an Antimon Blei viel stärker als Weichblei angegriffen und der Unterschied steigert sich enorm mit g der Temperatur. Für der Erhitzung über gewöhnliche Temperatur ausgesetzte Appalso antimonhaltiges Blei durchaus zu verwerfen. Zwar erhöht ein Gehalt von 1 Proc. die Temperatur, bei der das Blei sich stürmisch in Sulfit verwandelt, um etwa 20⁰; da se stürmische Reaction nur bei einem ausnahmsweise hohen Gehalte an Wismuth bei turen vorzukommen scheint, wie sie im Maximum in den heissesten Concentrationsauftreten, und da das Kupfer eine viel bessere Schutzwirkung auch für diesen Fall ausrend der Antimongehalt bei der normalen Temperatur der Pfannen eine weitaus e Abnutzung des Bleies hervorruft, so muss man von der Benutzung antimonhaltigen erade auch für Concentrationspfannen durchaus abrathen. Antimonhaltiges nur für den Fall direct zu empfehlen, wo kalte Säure in hermetisch geschlossenen Beufbewahrt werden soll, wo also die Unterdrückung der bei Weichblei zu starken Gaslung in Betracht kommt. — Kupfer lässt sich mit dem Blei nicht in grösseren Mengen legiren; für die Praxis dürfte 0,2 Proc. das Maximum des Erreichbaren sein. Ein ehalt von erheblich unter 0,1 Proc. hat wenig nützlichen oder schädlichen Einfluss auf barkeit des Bleies gegen Schwefelsäure in der Kälte; ebenso ein Gehalt bis zu 0,2 Proc. ärme bis 100⁰. Bei 200⁰ wird ein 0,1 bis 0,2 Proc. Kupfer enthaltendes Blei im Durchtwas weniger als reines Weichblei angegriffen; doch sind die Unterschiede stets gering, enüber einer nitrosen Schwefelsäure meist verschwindend oder nach der entgegen- Richtung gehend; es hat daher selbst für Säureconcentrationspfannen unter ichen Umständen keinen Zweck, dem Blei einen Kupfergehalt zu geben. (Vgl. J. 1895, 395.) ber das Blei (vermuthlich durch einen Wismuthgehalt) die Eigenschaft der plötzlichen ng durch Schwefelsäure weit unter der dafür normalen Temperatur (260⁰) erhalten hat, mag ein Zusatz von 0,1 bis 0,2 Proc. Kupfer ihm diese schädliche Eigenschaft zu be- Wenn man also für die heissesten Pfannen ganz sicher gehen will, so mag man ihnen upfergehalt geben. Oberhalb 200⁰ wirkt ein solcher Kupfergehalt ganz entschieden hützend auf die Abnutzung des Bleies ein, was für die freilich selten vorkommenden vo Blei in Berührung mit Schwefelsäure auf solche Temperaturen erhitzt werden soll, chtigt werden muss. — Der Gehalt des Bleies an Sauerstoff (Oxyden) ist stets sehr tend und steht in keiner Beziehung zu seiner Angreifbarkeit durch Schwefelsäure. — der längeren Berührung mit Schwefelsäure beobachtete Gasentwickelung steht nicht im en Verhältniss zu der wirklichen Abnutzung verschiedener Bleisorten; sie ist beim ei am grössten, bei dem weit mehr angegriffenen Hartblei am geringsten. — Der Angriff wefelsäure auf Blei steigt mit der Concentration, langsam bis zu derjenigen von gewöhnog. „englischer“) Schwefelsäure (etwa 96proc. H_2SO_4), dann aber äusserst rasch. Schon ure von etwa 99proc. H_2SO_4 (technisches „Monohydrat“) darf durchaus nicht in Blei- behandelt werden, noch weniger rauchende Säuren. — Salpetersäure von 1,37 bis c. Gew. greift das Blei in der Kälte nur wenig an, stärkere Säure etwas mehr, doch ehr als 96proc. Schwefelsäure; Gemische von starker Schwefelsäure und starker Salpeterben äusserst wenig Einwirkung auf Blei. — Nitrose Schwefelsäure greift im conen Zustande alle Bleisorten und bei allen Temperaturen stärker als reine Schwefelsäure i verdünnterer Säure (1,72 bis 1,76) ist der Angriff etwas schwächer als bei reiner Säure, e des Entstehens einer dichten Schicht von Bleisulfat. Bei noch verdünnteren Säuren, aus der Nitrosylschwefelsäure freie salpetrige Säure und Salpetersäure bildet, ist der wieder stärker. Vergleicht man die nitrosen Säuren untereinander, so findet man, dass Blei bei 65 bis 70⁰ am wenigsten angreifen, wenn ihre Concentration zwischen 1,60 und

1,50 spec. Gew. liegt, also in den Grenzen, die bei richtigem Kammerbetriebe ohne „Kammersäure“ eingehalten werden; sowohl bei concentrirteren, wie auch bei ver Säuren leidet das Blei mehr, im letzteren Falle proportional mit der vorhandenen bildenden) Salpetersäure.

Mehrfach ist auch beobachtet worden, dass Insecten aus der Ordnung der C die Bleiplatten der Kammern durchbohren. Auf Muldener Hütte haben auch Holzwesp in den Bleiplatten hervorgebracht (J. 1876, 314). Nach G. Lunge (J. 1897) sind Tetropium luridum und Hylotrupes Bajolus Bleidurchbohrer.

Die Kammern bestehen aus dem Boden, der eine tellerähnliche Form hat un vier Seiten etwa 36 bis 54 cm hoch nach aufwärts gebogen ist, und den Seitenwände Decke. Dieselben sind aus einer grösseren Anzahl aneinander gelötheter Platten z gesetzt. Die Kammern werden in einem Gerüste befestigt, welches aus Ständern, Bändern und Schwellen zusammengesetzt ist. Man bekleidet zuerst die Seitenständer platten und löthet sie an den betreffenden Stellen zusammen. Nachdem die Wände sind, bedeckt man den Boden mit Bleiplatten, ebenso auch die Decke. Man löthet an platten (an der Aussenseite der Kammer) Bleistreifen und befestigt dieselben an das H In der Re die Kamm eben; Ha ver (J. 1 pfiehlt die mern oben mig zu g Fig. 344 z Querschnitt Hauptkamm doppelten mersystems nania in Sto Der Cubikin Kammers schwankt 1000 und 12 Der B Kammer ble mit Säure die unteren der Seitenwä chen freihän die Flüssigk Thermomete urtheilung d peratur sind schiedenen Stellen der Kammerwände angebracht. Um von der gebildeten Säure Proben zu können, sind im Innern der Kammer an der einen langen Seite derselben sog. Ti gebracht, welche etwa 1 m über dem Boden eine Bleiplatte mit aufgebogenem Rande Die auf dieser Platte sich sammelnde Säure tropft durch ein Bleirohr in einen ausser Kammer befindlichen Glascylinder, in welchem ein Aräometer schwimmt. Die Bleik sind fast stets verbunden mit Gay-Lussac-Thürmen und meist auch mit Glover-Thürmen.

Fig. 344.

Der von Gay-Lussac empfohlene Absorptionsthurm besteht aus etwa 10 m hohen Cylinder aus Bleiblech, welcher oben gasdicht geschlossen unten, wie die Bleikammer, in einem mit Säure gefüllten Bleischuh steht. Der C ist mit groben Koksstückchen angefüllt, neuerdings mit Formsteinen (S. 401) gleichmässigen Vertheilung der zufliessenden Schwefelsäure verwendet man me Segner'sche Reactionsrad oder aber die von Lunge empfohlene Vorri (Fig. 345 und 346). Aus dem Hahne *a* läuft die Flüssigkeit in das Mittelge der Deckel *b* ist lose anzubringen, so dass das Innere von *A* leicht zugänglich Unten ist *A* ausgeschnitten, so dass freie Verbindung mit dem weiteren, ab niedrigeren Troge *B* stattfindet. Dieser ist ringsum mit Schnauzen *c* versehen,

:ht neben einander stehen können. Sobald *B* einmal angefüllt ist, müssen :en gleichmässig laufen, was durch gute Aufstellung und durch Nacharbeiten zen ein für alle mal bewirkt wird. Das Gefäss *B* ist von dem weiteren ıgeben, welcher in ebensoviele Kammern zerfällt als Schnauzen *c* vorhanden

Fig. 345.

Fig. 346.

ɘ Kammer hat im Boden ein mit hydraulischem Verschlusse abgedichtetes s in die Decke des Koksthurmes, Plattenthurmes u. dgl. führt. Der hydrau-hluss wird dadurch erreicht, dass die Rohre *d* etwas nach oben hervorragen ıer unten nicht dicht schliessenden Kappe bedeckt sind. Die Scheidewände *e* ıen einzelnen Kammern werden derart ausgeschnitten, dass bei Verstopfung ertheilungsrohre *d*, wo natürlich die entsprechende Kammer sich bald füllen ɘn Inhalt nicht nach aussen, sondern in die beiden daneben befindlichen überläuft. Die ganze Vorrichtung wird meist aus Blei gemacht, und ist am leichtesten zu regeln, da man in diesem Falle die Schnauzen *c* am nacharbeiten kann; selbstredend ist aber auch die Construction aus Eisen, ı. dgl. nicht ausgeschlossen.

ıs der Bleikammer kommenden Gase treten unten in den Koksthurm ein, geben ıtoffsauerstoffverbindungen an die herunterfliessende Schwefelsäure ab und zum Schornstein, während die Säure (Nitrose) zum Gloverthurm geschafft :h Lunge (J. 1899) ist die Reaction zwischen Schwefelsäure und lpetersäure eine umkehrbare, indem auch die entstehende Salpetersäure ylschwefelsäure unter Bildung von Schwefelsäure und Untersalpetersäure ein-Folge dessen stellt sich in Mischungen von Untersalpetersäure und Schwefel-leichgewichtszustand her, wobei alle 4 Körper, Schwefelsäure, Untersalpeter-osylschwefelsäure und Salpetersäure, nebeneinander vorhanden sind. Bei der efelsäure (66⁰ Bé.) ist die Umwandlung der Untersalpetersäure in Nitrosyl-ıre und Salpetersäure die Hauptreaction; die entgegengesetzte Reaction t dann zur Geltung, wenn die Menge der Schwefelsäure sehr gering ist im mit der der Salpetersäure. — Die Affinität der Schwefelsäure zur Unter-ıre nimmt mit wachsendem Wassergehalt sehr rasch ab, so dass bei Schwefel-ı spec. Gewicht 1,65 die Einwirkung der Salpetersäure auf die Nitrosyl-ıre auf den ersten Plan tritt; von der hinzugefügten Untersalpetersäure ɘr ein grosser Theil frei, obwohl die Menge der Salpetersäure, die sich ja erst action bildet, gering ist. — In der Praxis der Schwefelsäurefabrikation über-Menge der Schwefelsäure die der Salpetersäure so weit, dass sämmtliche

Untersalpetersäure so gut wie quantitativ im Zustande von Nitrosylschwefe Salpetersäure vorhanden ist. Eine Temperatur von 100⁰ verhindert nicht Absorption von N_2O_3, sondern zerstört sogar die stärkere Nitrose. (J. 1893

G. Lunge hat gezeigt, dass Koks zerstörend auf Nitrose einwirkt, unt von Kohlensäure und Stickoxyd, so dass statt Koks besser Thonplatten u wendet werden. — In der Fabrik von Fikentscher in Zwickau besteh sorptionsapparat aus acht über einander gestellten Steinzeugröhren von 0,8 m 0,8 m Weite, jede oben offen und mit einem durchlöcherten Boden versehen. Röhre befinden sich drei geneigt stehende Platten von Steinzeug, auf welchen d weise einströmende Schwefelsäure von 60⁰ herabrinnt.

Die Plattenthürme von Lunge und Rohrmann sind aus einem Mantel *a* (Fig. 347) und thönernen Platten *b* zusammengesetzt; die letzter durch Träger *c* in solcher Weise unterstützt, dass jede Platte ganz unabh der anderen ist und nur die Rippe ihres eigene belastet, während das Gewicht der darüber Träger und Platten von dem senkrechten T Trägers aufgenommen wird. Die Träger la unschwer so einrichten, dass sie nach Bel ganze innere Oberfläche des Mantels bede somit das Blei vor der Abnutzung durch die c Reagentien schützen. Auch kann man den Q in viel freierer Weise, als bei Thonröhren wenn man den Mantel aus Blei macht. Die durch das Reactionsrad *de* aus dem Behält Zu- und Ableitung der Gase bei *g* und *h* (letzt mit einer „Laterne“ versehen) bedürfen keine Erläuterung. (J. 1889 und 1890.) Der Thurn sich als Gay-Lussac (J. 1897, 428). —

Fig. 347.

Das Denitriren der Nitrose, einer Aufl Nitrosulfonsäure, $SO_2 . OH . NO_2$, in Schwefel den Zweck, die nitrösen Verbindungen wied Kammerprocess einzuführen. Bei den älteren apparaten zerfällt bei der Verdünnung der N heissem Wasser die Nitrosulfonsäure der N Schwefelsäure und Salpetrigsäure:

$$2SO_2 . OH . NO_2 + H_2O = 2H_2SO_4 + $$

Diese Apparate (Etagenapparate, Denitrificat trommel) sind aber wohl nur noch da im Gebr kein Glover vorhanden ist.

Der Denitrirapparat von J. Glover ist u Namen Gloverthurm gegenwärtig fast eingeführt (J. 1871, 221; 1877, 240). In ers dient der Gloverthurm als Concentratio Abkühlungsapparat, indem die heisse S säure in den Thurm geführt wird und Kammersäure den heissen Gasen strömt. Es wird die Schwefligsäure hierdurch abgekühlt und die Kam concentrirt. Die sich hierbei entwickelnden Wasserdämpfe gehen in die Ble wodurch eine wesentliche Ersparniss an Dampf beim Kammerprocess stattfindet. dem dient der Gloverthurm als Denitrificator für die Nitrose, welch durch den Wasserdampf unter Mitwirkung der Schwefligsäure zersetzt wird, s

ıufende concentrirte Schwefelsäure denitrificirt ist und das frei gewordene Stick-
ler in die Bleikammer tritt, wo es wiederum die Bildung der Schwefelsäure
:

$$2SO_2 . OH . NO_2 + SO_2 + 2H_2O = 3H_2SO_4 + 2NO.$$

er dieser gebildeten, scheidet sich im Gloverthurm auch noch der grösste
in den Röstgasen bereits vorhandenen Schwefelsäure ab, so dass durch diese
ng die Leistungsfähigkeit der Bleikammern wesentlich gesteigert wird
211). Man verwendet den Gloverthurm zuweilen auch noch dazu, die dem
äureprocess zuzuführende Salpetersäure einfach mit der Nitrose zusammen
en.

Gloverthurm ist aus starken Bleiplatten gebaut und mit einem Holzgerüste
Zum Schutze der Bleiwandungen ist ein Futter von Scharmottesteinen vor-
elches in der unteren Hälfte des Thurmes stärker ist als in der oberen Hälfte.
urde vielfach Quarz als Füllmaterial angewendet; später wurde fast allgemein
ung von säurefesten Normalsteinen oder Platten eingeführt, bis schliesslich
siebziger Jahre die Füllung mit dünnwandigen säurebeständigen Cylindern
wurde, die jetzt auf fast allen grösseren Werken bevorzugt wird. Während
uarzfüllung anfänglich etwa 12 bis 15 Proc. des Raumes im Gloverthurm für
hme von Gas frei war, welcher Raum sich durch die eintretende Verschlammung
auf weniger als 10 Proc. reducirte, konnte man bei einer technisch richtig
en Steinfüllung schon etwa 35 Proc. des Thurmraumes nutzbar machen. Erst
richtig construirte Cylinderfüllung gelang es, beinahe 58 Proc. des Thurm-
r die Aufnahme von Gas nutzbar zu machen. (Fig. 348 und 349.) Manche
Einführung der Cylinderfüllung enttäuscht worden, und noch heute gibt es
ete Schwefelsäurefabriken, in welchen man von Cylinderfüllung nichts wissen
l man damit schlechte Resultate erzielt
Die Füllung des Gloverthurmes soll so
sein, dass sie den Gasmengen ent-
grosse Mengen Säure aufnehmen kann.
rgibt sich, dass die Flächen der Füllung
rauh sein müssen, um grosse Mengen
it aufnehmen zu können. Wollte man Cylinder mit glasirten Flächen
n, so würde die von oben zugeführte Flüssigkeit von den glasirten Flächen
ell nach unten ablaufen, ohne diese dauernd zu benetzen und ohne dem
nden Gase genügend lange Zeit zur Einwirkung zu lassen. Werden ferner
so in Thürme gesetzt, dass sich ein System von geraden Röhren ergibt,
n die heissen Gase zu rasch nach oben steigen und wieder nicht Zeit zur Ein-
auf die Flüssigkeit haben. Lüty (J. 1896) lässt seit 1885 Cylinder ver-
die bei einem Durchmesser von 16 cm eine Höhe von 12 cm und eine Wand-
n 2 cm haben. Wenn man auf die Mitte von drei Cylindern einen Cylinder
e in Fig. 348 und 349) und daran die anderen Cylinder anschliesst, so über-
Cylinder drei andere. Ueber und unter jedem Cylinder bilden sich dadurch
e Oeffnungen, welche gerade gross genug sind, um ein Verschlammen des
zu verhindern.

Fig. 348. Fig. 349.

den Steinen von Rohrmann (J. 1897, 427) zum Füllen von Gloverthürmen
g. 350 (S. 402) zeigt, der Querschnitt des Loches so genommen, wie er den Spalten
etzwerkfüllung entspricht. Jeder Stein ist derartig angebracht, dass die Säure
über denselben abläuft, sondern in ihm verweilen muss. 7 Steine fassen etwa
efelsäure, ehe ein Ueberlaufen eintritt. Dazu sind die einzelnen Lagen der
geneinander in der gleichen Weise versetzt, wie es bei den Platten der Fall ist,

so dass also das Loch eines Steines stets überdeckt ist durch die Säureräum anderer Steine. Die Entfernung der über einander befindlichen Lagen der Stein wird durch eigene Trägersteine, welche der grösseren Leichtigkeit wegen gel bestimmt. Der Glover wird mit diesem Material ausgesetzt, dass eine leichte Reinigung des Thurme ist, ohne den grössten Theil des Füllmaterials zu Da gewöhnlich der untere Theil des Thurmes ver lässt man nach einer Ausfüllung von etwa 1 m H dem Rost eine Unterbrechung eintreten und oberen Theil, auf einer entsprechend starken Co ruhend, ein.

Fig. 350.

Bei grösseren Bleikammersystemen verwendet meist einen runden Gloverthurm von etwa 3 m Dur Nach Lüty (J. 1896) wird der Boden des Thurmes (Fig. 351 bis 353) doppelten Lage säurefester Platten von 20 × 20 × 7 cm Grösse belegt und den Angriff der Säure geschützt. Die Seitenwände werden nunmehr bis zu Kante des Rostes mit grossen Radialsteinen von 36 cm Länge bekleidet, und dass die Steine am Blei anliegen. Der im Innern verfügbare Raum hat n Durchmesser von 2,28 m. In die Wandverkleidung baut man zugleich das

Fig. 351.

Fig. 352.

Fig. 353.

stück für die Gase ein, welches aus 4 grossen Formsteinen besteht und di Stärke wie die Wandbekleidung hat. In das Einlassstück mündet das Gasz rohr aus säurefestem Material, welches an der dem Thurm abgewendet mittels Mutterschrauben mit der eisernen Gaszuleitung verbunden wird. Zur der ganzen Füllung und zur Vertheilung der Gase ist ein Rost aus säurefeste und Säulen construirt. Die Säulen *S* sind 1,4 m hoch und haben einen Q von 20 × 20 cm. Auf diesen Säulen stossen die 50 cm hohen, 12 cm dicken

welche sich andererseits auf die seitliche Wandbekleidung auflegen. Die
ume der Platten sind 16 cm weit. Auf diese Plattenträger gibt man zuerst
ı Steine von 34 × 8 × 20 cm, welche so gestellt werden, dass sie im Ver-
en, wie die Fig. 351 zeigt. Nachdem man nun noch 2 Schichten Normal-
× 12,5 × 6 cm hochkantig im Verbande aufgestellt hat, ist der Rost fertig.
selbst wird mit Radialsteinen von 25 cm Länge trocken hintermauert. Bei
höhe des Thurmes von 10 m wird die Wandbekleidung in gleicher Stärke
in Radialsteinen noch etwa 3,5 m über den Rost fortgeführt bis zur Höhe
,25 m. Von hier aus bis zur Decke des Thurmes hat die Wandbekleidung
ine Stärke von 14 cm. Der ganze Zwischenraum über dem Roste wird nun
wähnten Cylindern regelrecht ausgesetzt, wie Fig. 348 und 349 zeigen, bis
les Gasableitungsrohres.

rmann und Niedenführ (J. 1898) empfehlen einen Gloverthurm mit
Trägerconstruction, um die Füllung des Thurmes in zwei über einander
heile zu scheiden, deren unterer als Flugstaubkammer wirkt und in Folge
eines durch Einsteigeöffnung zugänglichen freien Raumes zwischen beiden
en unabhängig von der oberen ausgenommen und gereinigt werden kann.
ugstaub im Gloverthurm dort zum Absetzen kommt, wo er zuerst auf feste
d Flüssigkeit trifft, wird der Thurm so construirt, dass oberhalb des Gasein-
Fig. 354 und 355) auf beliebig construirten Trägern *b* eine Aussetzung von
tig aufgestellten säurefesten Steinen *c* angebracht wird, in denen, nachdem
m Ofen entströmenden Gase zuerst mit Flüssigkeit und festen Flächen gleich-

Fig. 354.

Fig. 355.

Berührung kommen, sich der grösste Theil des Flugstaubes niederschlägt.
dieser Aussetzung braucht keineswegs bedeutend zu sein, es genügen viel-
dem angestrebten Zweck schon drei Steinschichten. Oberhalb dieser Aus-
erbleibt ein freier Raum *d*, über welchem auf einer weiteren Trägerconstruction *e*
liche Thurmfüllung aufgebaut wird. In dem den freien Raum *d* umgebenden
Thurmwandung sind eine oder mehrere Einsteigeöffnungen *f* vorgesehen,
ihrend des Betriebes zugesetzt werden. Diese Einsteigeöffnungen in Verbin-

dung mit dem freien Raum *d* haben den Zweck, das Herausnehmen und Rei unteren Aussetzung *c* zu ermöglichen, ohne wie bisher das Herausnehmen der g Füllung erforderlich zu machen. (Vgl. J. 1897, 438.)

Oben auf dem Thurme befinden sich zwei mit Blei ausgeschlagene Behälter enthält die Nitrose, der andere die zu concentrirende Kammersäure. Zur gleich Vertheilung der beiden Säuren (Kammersäure und Nitrose) ist für jede Säure e aus Glas hergestelltes Segner'sches Rad angebracht, welches sich durch den der Säure in drehende Bewegung setzt und die Säure ausgiesst oder die S. schriebene Vorrichtung. Die Röstgase durchziehen den Thurm von unten r und treten dann in die Bleikammer.

Der Gloverthurm ist der wohlfeilste Concentrations- und Denitrificirappara darin auf die einfachste Weise Schwefelsäure bis auf eine Concentration vo selbst von 64⁰ zu bringen im Stande ist.

Die Gesammtanordnung einer älteren Schwefelsäur zeigt die (schematische) Fig. 356. Die in den Oefen *S* aus Schwefel, Pyrit oder Blende (S. 388) gebildeten Schwefligsäure haltigen Gase lässt man dur unten in den Gloverthurm *G* treten, über dessen Füllung in zweckentsp

Fig. 356.

Weise die Nitrose und — falls nicht die Salpetersäure in den Oefen *S* aus Sal Schwefelsäure entwickelt wird — auch die erforderliche Menge Salpetersäu rieselt. Die concentrirte Säure fliesst unten ab und wird (soweit sie nicht dur luft auf den Gay-Lussac-Thurm *L* gehoben wird) abgeführt. Die Gase tr gleichzeitig mit dem durch Rohr *v* einströmenden Wasserdampf, in die er kammer *A*, die hier nicht verdichteten gehen vom Boden aus durch Rohr *b* ob zweite (hier stark verkürzt gezeichnete) grosse Bleikammer *B*, dann in gleich in die etwa vorhandene dritte Kammer *C*, um von hier (unten oder oben) z Lussac-Thurm *L* und schliesslich bei *n* zu entweichen. Die Bleikammern s

hr selten zusammengebaut (wie die Figur zeigt). Die gebildete Schwefelsäure
säure) wird vom Boden der Kammern zur weiteren Verarbeitung abgeleitet.
mit entsprechender Vertheilungsvorrichtung für die Schwefelsäure (S. 390)
nen Gay-Lussac-Thurm *L* gebildete Nitrose fliesst durch Rohr *o* in das Druck-
ım mittels Pressluft — weniger gut mittels Dampf — durch Rohr *e* in den
gehoben zu werden, aus dem sie in die Vertheilungsvorrichtung des Glover-
fliesst.

ie Zuführung der Nitrose vom Gay-Lussac-Thurm nach dem Gloverthurm
conc. Schwefelsäure von diesem nach ersterem zu erleichtern, werden diese
einander gebaut und die
letzten Bleikammer durch
Rohr dem Gay-Lussac-
geführt. Besser noch ist
nung (Fig. 357) eines
uresystems von 3000 cbm,
ch diese lange Gasleitung
Die aus den Röstöfen kom-
ase werden mittels zweier
auptgaskanal ausgehenden
gen *a* und *b* von gleicher
gleichem Querschnitt den
verthürmen c_1 und c_2 zu-
ie eine Grundfläche von
75 m (von Blei zu Blei ge-
ıben. Zwei gleich weite
Rohre verbinden die Thürme
rsten Kammer, deren Gas-
so getroffen ist, dass gleich
ände zwischen den Eintrittstellen und dem Austritt des Gases d_1 und d_2 er-
den. (J. 1897, 436.) — Für die Herstellung von Schwefelsäure in Blei-
gilt heute eine Leistung von 3 k 60° Säure (2,34 k H_2SO_4) in 24 Stunden
Kammerraum als eine gute Normalleistung [1]).

Fig. 357.

Nörrenberg (J. 1898) kann der gewünschte hohe Druck im Kammersystem nur
en Auftrieb erreicht werden. Um grossen Auftrieb zu bekommen, nehme man die
renz zwischen Oefen und Gloverdecke möglichst gross und lasse die Gase an den
die bis zum Glovereintrittsrohre verfügbare Höhe, die man auch so gross wie möglich

---

e Anlagekosten eines Systems für 110 hk Monohydrat, mit 2 Gay-Lussacs von
em Glover, 3 Kammern, je 8,4 m breit und 7,25 m hoch, betragen nach Lüty (J. 1897):

cbm Mauerwerk zur unteren Etage des Kammergebäudes, Kammer-pfeilerfundamenten, Thurmfundamenten à 18 Mk.	17 500 Mk.
qm Grundfläche des Kammerhauses, sämmtliche, Holzarbeiten, als Kammergerüste und Pfeiler, seitliche Verschalung und Bedachung à qm 55 Mk.	55 275 „
m Grundfläche der Gänge um die Thürme, Bedachung auf denselben u. s. w., Holzarbeiten à qm 15 Mk.	960 „
ntheile des Gerüstes des Glovers und Gay-Lussacs und Roststräger für den Koks 20 000 k, für 100 k einschl. Arbeitslohn 25 Mk. . .	5 000 „
000 k Blei, 3 mm stark, 100 k einschl. Löthung 30 Mk.	33 600 „
00 k stärkere Bleisorten und Rohre einschl. Löthung 29 Mk. für 100 k	8 265 „
refeste Steine und Arbeitslohn beim Aussetzen der Thürme . . .	9 500 „
Koks einschl. Arbeitslohn für 100 k 20 Mk.	720 „
	130 870 Mk.

wählt, mit einem Male ansteigen und leite sie mit der höchsten zulässigen oder e Temperatur in den Glover. Im Glover arbeite man so, dass die Temperatur der a tretenden Gase nur wenig über der Temperatur der Hauptkammer liegt, dann ka Gase, ohne an Auftrieb zu verlieren, beliebig tief in die Hauptkammer eintreten lassen meinen kühle man abwärts zu führende Gase nach Möglichkeit vorher ab. — Aus kammer kann man die Gase tief nach dem Gay-Lussac absteigen lassen. Ein hoher (Thurm mit langem, nicht zu engem Ausgangsrohr wirkt zugbefördernd. — Um den Auftrieb entstehenden Druck nicht zu sehr abzuschwächen, müssen die Druckhöhen den Oefen bis zur letzten Kammer möglichst klein gemacht werden; dazu wähle ma schnitte der Kanäle und Leitungen so gross, dass die Geschwindigkeit bei grösster zu Production und normaler Zusammensetzung der Röstgase unter Berücksichtigung betreffenden Stelle erfahrungsgemäss zu erreichenden Temperatur und der ungleicher

in den reinen Ofenkanälen etwa 0,5 m/Sec.,
im Glovereintrittsrohr etwa 1,0 m/Sec.,
im Gloverrest etwa 0,8 bis 1 m/Sec.,
in der Gloverausfüllung 0,25 bez. 0,50 m/Sec. wenn möglich etwas kleiner,
in den Bleileitungen bis zur letzten Hinterkammer = 1,0 m/Sec. beträgt.

Die Geschwindigkeit in der Leitung von der Hinterkammer nach dem Gay-Lus Gay-Lussac-Ausgangsrohre wähle man zuletzt und so, dass nach Abzug sämmtlic höhenverluste bis zum Gay-Lussac-Ausgang von dem vorhandenen oder sicher zu e wirksamen Auftriebe noch etwa 2 mm Druck am Gay-Lussac-Ausgang, alles bei nor temperatur gerechnet, vorhanden sein wird. Dies empfiehlt sich behufs leichterer R Gasmengen durch das Register mit Rücksicht auf normalen Kammerbetrieb. — Den (Querschnitt kann man gleich dem Gloverquerschnitt oder etwas kleiner wählen. portional den Gasmengen bei den entsprechenden Temperaturen zu nehmen, wäre n bei der Auspackung mit Koks dann der freie Querschnitt zu klein, der Druckhöhen zu gross würde. Ferner sind Geschwindigkeitsänderungen, Krümmungen, namen mit kleinem Radius oder gar Kniestücke möglichst zu vermeiden. Durch Abrunden beim Austritt der Leitung aus einem Kammerraum kann der Druckhöhenverlust für der Gase in die Leitung annähernd gleich Null gemacht werden.

Die Leitung des Betriebes[1]) besteht wesentlich darin, die Kammer täg Mal zu beobachten, namentlich den Stand der Thermometer, sowie die gebildete Sä ein- und austretenden Gase zu prüfen.

Gewöhnlich wird in den eintretenden Gasen nur der Gehalt an SO_2 mittels Jodl Reich bestimmt. Verf. hat nun im Sommer 1876 wiederholt die beim Rösten von Plattenöfen (S. 388) entwickelten Gase untersucht. Um den Gehalt an Schwefelsäur Schwefligsäure zu bestimmen, füllte er in seinen Apparat zur Untersuchung der Rauch als Sperrflüssigkeit Erdöl statt Wasser, trieb die durch ein Porzellanrohr angesaugt nach dem Messen möglichst rasch in das Kalirohr und nach dem Lösen der Säuren in zur Bestimmung des Sauerstoffes. In einer gleichzeitig angesaugten Probe wurde i Weise SO_2 nach Reich bestimmt. Eine in der Schwefelsäurefabrik von Meyer mann vor Hannover am 19. Juli 1876 so ausgeführte Versuchsreihe ergab z. B.:

Ort der Probenahme	SO_2 durch J	Gesammt-säuren	Sa
Platte 2 von unten	0,96	1,4	
4	1,52	2,2	
6	3,81	4,6	
Sammelkanal	7,53	8,6	

Die Austrittsgase aus dem Gay-Lussac enthielten z. B. 0,4 Proc. Säuregase und Sauerstoff (J. 1885, 210). Dieses volumetrische Verfahren macht zwar keinen An grosse Genauigkeit, vielmehr wird der wirkliche Gehalt an Schwefelsäure etwas gr (vgl. S. 390), es hat aber den Vorzug, dass es innerhalb 4 bis 5 Minuten die Gesammt Säuren annähernd, den Sauerstoff aber bis auf etwa 0,2 Proc. genau erkennen lässt

1) Vgl. besonders G. Lunge: Handbuch der Sodaindustrie, 2. Aufl., Bd. 1 schweig, 1893.)

er grossen Kammer soll das Thermometer, ungefähr 1,5 m über dem Boden angebracht, eratur von 50 bis 70° zeigen. Werden die Kammern zu warm, so nimmt man weniger oder Salpetersäure), werden sie zu kalt, so setzt man mehr Salpeter zu. Der Salrbrauch für je 100 k Schwefel beträgt meist 2 bis 3 k $NaNO_3$. Ist überschüssiger handen, so entsteht zu verdünnte Säure, welche Salpetersäure und Salpetrigsäure aufd dadurch corrodirend auf das Blei wirkt und wohl auch Schwefligsäure aufnimmt. agegen an Dampf, so bildet sich zu concentrirte Säure, welche Salpetrigsäure absorur Bildung der sogenannten Bleikammerkrystalle Veranlassung gibt. Die Stärke der Kammersäure soll 50° B. (1,53) bis 52° B. betragen.

von den Behörden gestattete zulässige höchste Schwefelgehalt in den Endgasen ist s nach einer Verfügung vom 1. Juli 1898 für Kiesbetrieb auf 5 g SO_3, für Blendeuf 8 g SO_3 pro cbm festgestellt. Zur analytischen Bestimmung sollen die sauren Gase tznatronlauge geleitet und durch Titration die Gesammtsäure (SO_2, SO_3 und nitrose einen Gehalt an SO_3 umgerechnet angegeben werden (J. 1899).

hwefelsäurebildung. Nach den Versuchen von Lunge und Naef nimmt bei Kammergange der Gehalt an Schwefligsäure vom Eingange bis zur Mitte der 1. Kammer ell ab, nämlich von etwa 7 auf 1,7 bis 1,9 Proc.; demnach ist hier schon etwa 70 Proc. efligsäure in Schwefelsäure übergegangen, wie es auch die früheren Beobachter fanden mit der Theorie von Hurter (J. 1882, 240) stimmt. Von der Mitte bis zum Ende mmer nimmt die SO_2 sehr wenig ab, entsprechend einer Verwandlung von etwa 4 Proc. gsmenge in Schwefelsäure. Mit dem Eintritt in die 2. Kammer erfährt die Reaction liche Steigerung; in der Mitte derselben ist nur noch 0,2 bis 0,4 Proc. Schwefligsäure n, so dass auf diesem Wege 20 Proc. derselben in Schwefelsäure verwandelt sind. Von an das Ende des Systems geht die Oxydation bei der grossen Verdünnung der Gase sam vor sich und, damit sie die praktisch mögliche Grenze erreicht (absolut vollständig nie sein), muss man eben noch ziemlich bedeutenden Kammerraum aufwenden. Bei zu Zufuhr an Salpetergasen nimmt die Schwefligsäure weniger schnell ab und der Process ch mehr in die 2. und 3. Kammer vor. Somit ergibt sich, dass die Schwefelsäureg in der 1. Kammer zunächst mit grosser Energie, im hinteren Theile der Kammer aber r träge stattfindet und die Reaction beim Eintritte in die 2. Kammer wieder lebhafter, weise verstärkt wird. Es scheint, als ob das öftere Hindurchleiten durch Verbindungsnd die dadurch bewirkte Mischung vortheilhaft ist (vgl. J. 1885, 216). In der Atmoer hinteren Kammer wurde bei normalem Betriebe stets nur N_2O_3 nachgewiesen [1]).

f die bez. Versuche von Sorel (J. 1889) und Schertel (J. 1889, 368; 1890, 452) sei n. Retter (J. 1891) untersuchte z. B. ein Zweikammersystem mit grosser Vorkammer nerer Nachkammer. Fig. 358 zeigt Längsansicht und Vorderansicht. Die Grössensse waren: Gesammtinhalt beider Kammern: 2004 cbm (jede Kammer hatte: 21,5 m 7,2 m Breite, 4,5 m Höhe), dazu nd Gay-Lussac-Thurm. — Die Kiesür 24 Stunden betrug: 3000 k Kies Salpeter, d. h.: auf 1 cbm Kammer- = 1,5 k Kies, für 100 Schwefel = er. An 10 Stellen (in der Figur be-) wurden gleichzeitig Gasproben ent-: 1. im Gloverrohr; 2. an der

Fig. 358.

vand der 1. Kammer, 1 m über dem Boden; 3. ebenso an der Decke; 4. 4,5 m von der rand an der Decke; 5. und 6. an der Endwand der 1. Kammer unten und oben; erbindungsrohr; 8. an der Vorderwand der 2. Kammer oben; 9. an der Endwand Kammer unten; 10. im Austrittsrohr hinter dem Gay-Lussac (S. 398). Die Säurezeigten:

	Tr_1	Tr_2	Tr_3	Tr_4	Tr_5	Tr_6
Bé.	50°	50°	49°	48°	48°	48°

Lunge zeigte, dass im trockenen Zustande aus Stickoxyd und überschüssigem Sauerorwiegend oder ausschliesslich N_2O_4 gebildet wird. Bei überschüssigem Stickoxyde neben N_2O_4 auch viel N_2O_3, beide im Gaszustande. Bei Gegenwart von Wasser geht yd mit überschüssigem Sauerstoffe ganz in Salpetersäure über. Wenn Stickoxyd und off bei Gegenwart von concentrirter Schwefelsäure zusammenkommen, so entsteht selbst sstem Sauerstoffüberschusse weder N_2O_4 noch HNO_3, sondern die Reaction ist: $+ 2NO + O = 2SO_2(OH)(ONO) + H_2O$. Bleikammerkrystalle, $SO_2 . NO_2 . OH$, sich in den Bleikammern bei mangelndem Wasser. Vgl. J. 1884, 286 u. 297; 1885, 213; 05; 1889, 369; 1895, 393.

Gasanalyse	Glover	Erste Kammer					Verbindungsrohr	Zweite Kamme[r]	
		I		II	III			IV	V
		unten	oben	oben	unten	oben		oben	unte[n]
SO_2	7,106	1,931	1,998	1,642	0,765	0,700	0,809	0,013	0,00
N_2O_3	0,088	0,081	0,090	0,078	0,091	0,091	0,112	0,147	0,16
NO	0,050	0,040	0,039	0,039	0,020	0,020	0,038	0,045	0,04
O	9,520	8,000	7,832	7,531	7,200	7,200	6,801	6,800	6,65
N	83,236	89,948	90,011	90,710	91,924	91,989	92,240	92,995	93,12

Nitrose auf dem Glover: 100 Gew.-Th. = 1,0 Th. N_2O_3 = 2,3 Th. $NaNO_3$
Nitrose vom Gay-Lussac: 100 „ = 1,0 „ „ = 2,3 „ „

Temperaturen (3000 k Kies, 60 k Salpeter. Glover: Nitrose und Kammersäur[e]

	Glover	I		II	III		Verbindungsrohr	IV	
		unten	oben	oben	unten	oben		oben	un[ten]
Minimaltemperatur .	135	74	82	81	68	66	67	56	4
Maximaltemperatur .	142	82	89	88	76	77	74	53	4
Ueberschuss über Aussenluft: Minimum	115	54	62	61	48	46	47	36	2
Ueberschuss über Aussenluft: Maximum	122	62	69	68	56	57	54	33	2

Diese günstige Wirkung der fortwährenden Mischung der Gase hat neue[n] zahlreichen Vorschlägen zur Verminderung des Kammerraumes, s[o] Beseitigung der Bleikammer geführt.

Zur Beschleunigung der Schwefelsäurebildung empfiehlt [...] (J. 1899) eine Anzahl runder Bleikammern, bei denen das Gaseinströmungsro[hr] Seitenwand in der Richtung der Tangente und das Gaseinströmungsrohr an der [...]wand in deren Mitte angebracht ist (Fig. 359). Durch diese Anordnung wird [...] dass die Gase eine lebhafte Spiralbewegung annehmen. Die Einrichtung soll [...]

Fig. 359.

währen. Walter und Böing (J. 1894) wollten Zwischenwände in die K[...] einbauen, was sich nicht bewährt.

Burgemeister empfahl eine grössere Anzahl von 40 oder 50 cm weit[...] röhren senkrecht in der ersten Kammer durch Boden und Decke zu führen, u[m] kühlenden Luftstrom zu erzeugen und Anprall- und Condensationsfläche für die [...] bieten. (J. 1897, 438.)

Pratt (J. 1897) empfiehlt besondere Durchmischungsvorrichtungen.

ss verwandte mit durchlochten Bleiplatten ausgesetzte Thürme; die Platten er rasch zerstört.

hrt hat sich der Plattenthurm (S. 400), Lunge (J. 1893) empfiehlt den- ganz kleinen Bleikammern, ja vielleicht als alleinigen Fabrikationsapparat r einzigen kleinen Bleikammer, in der man nur die erste, heftigste Reaction hen lässt. — Als Productionsthurm zwischen zwei Bleikammern oder gesetzt soll der Querschnitt, welcher dem Thurm gegeben werden muss, ein grosser sein, nie weniger als das 2- bis $2^1/_2$fache des Querschnittes des Zu- ires betragen. Dann sind die Erfolge gut. (J. 1897, 428.)

in Bleikammersystem mit Plattenthürmen am Ende (für 110 hk Monohydrat) leikammer am Anfang des Systems 7,25 m hoch, 8,4 m breit und 25 m lang, 2,5 cbm Inhalt erforderlich (Fig. 360 u. 361 S. 410). In Britonferry ergab sich Leistung der ersten Kammer des Systems zu 4,83 k H_2SO_4 in 24 Stunden für Durchschnitt einer 30tägigen Messung. Nimmt man hier als mässige Leistung H_2SO_4 an, so erhält man 6470 k H_2SO_4. Hierauf folgen die 2 Productions- und 1 b mit je 12 Lagen zu 20 Platten gleich 480 Platten zu je 5 k H_2SO_4 00 k H_2SO_4, ferner 2 Productionsthürme 2 a und 2 b mit je 12 Lagen zu gleich 684 Platten zu je 3,5 k H_2SO_4 Production gleich 1344 k H_2SO_4; n Productionsthurm 3 mit 12 Lagen zu 25 Platten gleich 300 Platten zu je 4 pro Platte gleich 600 k, zusammen 10 814 k H_2SO_4. Man hat also eine eistung von 10 814 k H_2SO_4. Nimmt man nun die normale Leistung eines nen Bleikammersystems zu 3 k 60° Säure gleich 2,34 k H_2SO_4 an, so würde , der Leistung des genannten Plattenthurmsystems entsprechend, einen Inhalt bis 4700 cbm erhalten müssen.

Herstellung von Schwefelsäure wollte Barbier (J. 1893, 375) statt der Bleikammern eine Anzahl von Thürmen verwenden, welche mit Steinen gefüllt sind. Nach Staub (J. 1896) werden die vom Kiesofen kommenden ischt mit Luft unten in die mit den Contactkörpern vollständig gefüllten geführt, während man von oben Salpetersäure enthaltende Schwefelsäure, ure und Wasser entgegenrieseln lässt. Diese Vorschläge haben sich nicht

Bildung der Schwefelsäure in der Bleikammer beruht nach e der Hauptsache nach auf der intermediären Bildung von Nitrosyl- lsäure, ($SO_2 . OH . ONO$):

$$2SO_2 + 2NO + 3O + H_2O = 2SO_5NH$$
$$2SO_2 + NO + NO_2 + 2O + H_2O = 2SO_5.NH$$
$$SO_2 + HNO_2 + O = SO_5.NH,$$

ort mit Wasser wieder zerfällt:

$$2SO_5NH + H_2O = 2H_2SO_4 + N_2O_3.$$

ioxyd zerfällt sofort:

$$N_2O_3 = NO + NO_2 \text{ und}$$
$$N_2O_3 + H_2O = 2HNO_2,$$

der auf die Schwefligsäure einwirken.

ge fasst den Kammerprocess nicht als eine abwechselnde Reduction und Oxy- Stickstoffoxyden auf, sondern als eine Condensation der Salpetrigsäure, oder Stickoxydes, mit Schwefligsäure und Sauerstoff zu Nitrosylschwefelsäure und spaltung der Salpetrigsäure aus der letzteren durch Einwirkung von Wasser. 8, 400; 1889, 376; 1895, 393.)

ntlich entsteht unter gewissen Umständen Stickoxydul als Reactionsproduct von ure auf Salpetrigsäure. Diesem Vorgange wird wohl allgemein der „chemische“ Ver- peter bei der Schwefelsäurefabrikation zugeschrieben, gegenüber den „mechanischen“

Verlusten durch unvollständige Absorption im Gay-Lussac-Thurm, durch den Stickst
Kammersäure u. s. w. Dass die Reduction des Stickoxyds unter sehr ungünstigen

Gl = Gloverthurm; G = Gloverthürme, obere Ansicht nach Abnahme der Bleidecke; L = Plattenthurm, 18 Lagen à 12 Platten; L_2 = Koks-Gay-Lussac; Z = Zugregler; P = Reductionsthürme mit Lunge-Rohrmann'schen Platten.

sogar bis zu Stickstoff gehen kann, ist theoretisch nicht zu leugnen, für die Prax
unerwiesen. Zuerst von R. Weber, dann von Lunge (J. 1881, 163) ist best
gewiesen worden, dass die Reduction von Stickoxyd durch Schwefligsäure zu N

von Wasser oder einer verdünnteren Schwefelsäure eintritt, als sie in der Bleikammer . Daher kann in dieser eine Bildung von N_2O nur an solchen Stellen geschehen, wo huss von Wasser vorhanden ist; dies ist aber nur an wenigen Stellen der Fall, und bei t ist der „chemische“ Verlust an Salpeter sehr gering, wahrscheinlich unter 0,5 Th. f 100 Schwefel.

r Praxis führt eine andere abnorme Reaction häufig zu weit mehr Salpeterverlusten, Bildung von Untersalpetersäure im letzten Theile des Kammersystems. Diese Auftreten von Salpetersäure in der Bodensäure der letzten Kammer, aber nicht, oder lten, in der „Nitrose“ des Gay-Lussac-Thurms, weil sie hier durch den Koks, vielleicht Mitwirkung der letzten Spuren von Schwefligsäure reducirt wird. In der Praxis will solchen Umständen auch wahrnehmen, dass aus dem Gay-Lussac-Thurm unabsorbirte bfe entweichen. Lunge (J. 1884, 285) hat gezeigt, dass die Bildung von NO_2 ganz von der Menge des anwesenden Sauerstoffs ist, und dass sie sowohl bei abnorm wie bei normalem und bei abnorm hohem Sauerstoffgehalt auftritt. Ihr Auftreten rursacht durch eine abnorm grosse Zufuhr von Salpeter. Alsdann ist der Schwefel-gsprocess beendigt, noch ehe die Gase die Kammern verlassen haben; im letzten Systems ist kein Nebel von Schwefelsäure, noch auch eine merkliche Menge von ure mehr vorhanden. Jetzt fehlen also die Bedingungen für den normalen Process. igsäure, welche jetzt keine Stoffe mehr antrifft, mit denen sie beständige Ver-eingehen kann, dissociirt sich nun allmählich in dem grossen Luftüberschusse und in demselben theilweise zu NO_2. Das NO_2 tritt in Reaction mit der Bodensäure it dieser gleiche Molecüle Nitrosylschwefelsäure und Salpetersäure. Ein anderer NO_2 geht natürlich mit den Austrittsgasen in den Gay-Lussac-Thurm, und man hat auptet, dass sie hier von der Schwefelsäure nicht absorbirt werde. Dies ist zwar s irrig erwiesen worden; aber es ist leicht zu verstehen, dass der für gewöhnlich le Koksthurm gerade unter solchen Umständen nicht genügend wirkt, weil ja jetzt rschuss von Salpetergasen da ist, auf den er nicht berechnet ist, weshalb etwas in die Luft gehen wird. Das wäre also der abnorme Kammergang bei Ueberschuss rgasen.

ungünstiger ist der Verlauf des Kammerprocesses bei ungenügender Zufuhr von ei es, dass man von vorn herein zu wenig davon anwendete, oder dass in Folge von ichender Grösse des Gay-Lussac-Thurms die Wiedergewinnung der Salpetrigsäure zu ig von statten geht. Alsdann wird die Bildung von Schwefelsäure im hinteren Theile es ebenfalls stocken, aber nicht, wie im vorigen Falle, weil die Schwefligsäure schon äre, sondern weil noch zu viel davon vorhanden ist. Jetzt muss also an dieser gen Stelle eine Denitrirung der Nitrosylschwefelsäure nach

$$2SO_2 . OH . ONO + SO_2 + 2H_2O = 3SO_4H_2 + 2NO$$

hen, und es wird viel Stickoxyd gebildet, wodurch die Kammeratmosphäre ihre gelb-e theilweise, in ganz schlimmen Fällen vollständig, einbüsst. In allen Fällen sinkt h die Temperatur weit unter die für ein Kammersystem normale, d. h. für den Schwefel-s günstige; daher wird trotz der Anwesenheit von viel Sauerstoff die Verbindung von und Schwefligsäure nur träge stattfinden. Oft wird daher auch noch Wasser im Ueber-er Kammerluft sein, und es ist dann gar kein Grund mehr vorhanden, warum nicht yd mit Sauerstoff und dem Wasser Salpetersäure bilden sollte, welche, da hier die viel niedriger und denn doch viel weniger Schwefligsäure als im vorderen Theile des tems vorhanden ist, theilweise unreducirt in die Bodensäure gelangt und damit die osphäre noch ärmer macht. Trotzdem ist die Bodensäure nicht „salpetrig“ im Sinne nten, d. h. sie entwickelt mit warmem Wasser keine rothen Dämpfe, weil es an Nitrosyl-re fehlt. Ebenso wird, da jetzt Schwefligsäure vorherrscht und in der Kammerluft ne Schwefelsäure, sondern nur noch Wasser vorhanden ist, die Bildung von Stick-ohem Grade eintreten müssen. Dies bedeutet natürlich einen völligen Verlust von ber ebenso verloren ist die in der Bodensäure enthaltene Salpetersäure, wenn man die t verbraucht, und das noch unverändert in den Gay-Lussac-Thurm gelangende Stickoxyd. dieses hier noch immer mit Sauerstoff zusammen; aber nicht allein ist dessen Menge mässig geringer als sonst, sondern die ja noch überschüssige Schwefligsäure wirkt hier ten Orte denitrirend und kann selbst schon vorhandene Nitrosylschwefelsäure noch Das aus dem Thurm entweichende Stickoxyd bildet beim Austritt an die Luft rothe ährend die „Laterne“ des Thurmes weiss ist, wie man oft beobachten kann. Alles führt nicht nur zu grossem Verlust an Schwefligsäure, also schlechtem Ausbringen an ure, sondern auch zu grossem Verlust an Salpeter und potenzirt fortschreitende Ver-Kammern an ihrem Kapital von Sauerstoffüberträgern. Daher die bekannte, neuer-Schellmann (J. 1884, 297) wieder festgestellte Erscheinung, dass, wenn man zu

sehr am Salpeter gespart hat und obige „Krankheit“ der Bleikammern eingetreten is Mehrfaches des „ersparten“ Salpeters zugeben muss, um auf einen normalen Zusta zukommen.

Wesentlich ist es bei diesen Vorgängen, dass sie sich am Ende des Kammer abspielen. Dies erklärt, warum das Stickoxyd nicht die Reaction

$$2SO_2 + 2NO + 3O + H_2O = 2SO_2 . OH . ONO$$

eingeht, obwohl selbst bei schlechtem Kammergange wohl fast immer noch genügend vorhanden ist, um die Schwefligsäure in H_2SO_4 überzuführen. Aber erstens ist hier ratur schon zu niedrig, vermuthlich weit unter dem Optimum, da ja die Hauptreaction an der heissesten Stelle des Systems vollzieht; zweitens ist jetzt nicht mehr Zeit ge gegeben, dass die nun in einer grossen Menge von Stickstoff vertheilten Molecüle von in genügender Menge mit den übrigen Stoffen zusammentreffen können; lange ehe der ganz erschöpft ist, kommt das Gasgemenge am Ende des Systemes an, und es entweich Stickoxyd, Schwefeldioxyd und Sauerstoff, alle vertheilt in einem grossen Uebers Stickstoff, und daher unverbunden, in die äussere Luft.

Nichts ist in der Praxis der Schwefelsäurefabrikation bestimmter erwiesen, al Process nur bei grossem Ueberschuss von Sauerstoff und von Salpetrigsäure (welcher Gay-Lussac-Thurm grösstentheils wiedergewonnen wird) regelrecht von statten geht; gerem Ueberschuss geht stets Schwefligsäure in die Luft. Selbst bei grösstem Ueber Sauerstoff ist eine absolut vollständige Oxydation der Schwefligsäure nicht möglich, u man an der praktisch besten Grenze angelangt, wenn die Austrittsgase etwa noch 0,5 Pr sprünglich vorhandenen Schwefligsäure enthalten (vgl. J. 1882, 240). Wir haben es hie jener umkehrbaren Reactionen zu thun, deren Gang nur durch bestimmte äussere Be namentlich durch Massenwirkung einer der Bestandtheile, nach einer bestimmten Ri gelenkt, aber selten auch dann absolut vollständig gemacht werden kann. Bei Ueber Sauerstoff und Salpetrigsäure überwiegen die Condensationsreactionen:

$$2SO_2 + 2NO + NO_2 + O_2 + H_2O = 2SO_2 . OH . ONO$$

und

$$2SO_2 + 2NO + 3O + H_2O = 2SO_2 . OH . ONO,$$

bei einem Ueberschuss von Schwefligsäure dagegen überwiegt die Denitrirungsreactio

$$2SO_2 . OH . ONO + SO_2 + 2H_2O = 3H_2SO_4 + 2NO,$$

durch welche die Kammerkrystalle von Schwefligsäure wieder in H_2SO_4 und NO werden. Das Stickoxyd kann am Ende des Systems nicht weiter in Reaction trete weicht somit unbenutzt nach aussen, da der Gay-Lussac-Thurm es nicht zurückha Diese umkehrbare Reaction entspricht ja der, dass bei Ueberschuss von Schwefe Reaction:

$$SO_4H_2 + NOOH = SO_2\ OH\ ONO + H_2O,$$

bei Ueberschuss des Wassers dagegen die Reaction:

$$SO_2\ OH\ ONO + H_2O = SO_2(OH)_2 + NOOH$$

zu Stande kommt. Im Bleikammerprocess ist mithin ein verhältnissmässig grosser U von Sauerstoff und Salpetrigsäure nothwendig. (J. 1889, 385.)

Reinigung der Kammersäure. Die aus der grossen Kammer al Schwefelsäure hat ein spec. Gewicht von etwa 1,53 (= 50° B. oder 104° Tw. Säure wird entweder, wie z. B. zum Aufschliessen der Phosphate in den Dünge in der Sulfatfabrikation, zur Darstellung von Eisenvitriol u. dgl., sofort verwe wenn sie verwandt werden soll, durch Abdampfen zur höchsten Concentration (= Gewicht = 66° B. = 168° Tw.) gebracht. Bevor dieses geschieht, muss sie gereinigt werden. Zufällige Verunreinigungen der Schwefelsäure sind ausse Mengen von Blei, Kupfer, Eisen, Kalk, Thonerde, nach Umständen auch S Thallium, hauptsächlich auch Oxydationsstufen des Stickstoffs und Arsen G. Lunge ist die gewöhnliche Verunreinigung der rohen Schwefelsäure schwefelsäure, Ammoniumsulfat kommt nur dadurch hinein, dass man beim Ei zur Schonung der Platinpfannen jene Verbindung durch Zusatz von Ammonia nach der Reaction:

$$SO_2(OH)(ONO) + NH_3 = N_2 + SO_2(OH)_2 + H_2O.$$

Der Arsengehalt der aus Rohschwefel dargestellten Schwefelsäure gering, desto grösser ist er dagegen in der aus Pyrit und Blende gewonnen Arsen schlägt sich meistens in der Thurmsäure und ersten Kammer nieder.

on spanischen Kiesen vertheilt sich das Arsen z. B. in den Kammern folgender-
ch Stahl (J. 1893):

I.	Kammer	0,16 Proc.	Arsenigsäure,
II.	„	0,01 „	„
III.	„	0,007 „	„
Letzte	„	Spur.	

erarbeitung von New-England- oder Virginia-Kiesen lässt sich das Arsen, die erste Kammer klein ist, in der zweiten nicht mehr nachweisen. Die ersten Kammer enthält 0,005 Proc. Arsen, die Durchschnittssäure aller 0,002 Proc. Arsen, bezogen auf 66grädige Säure. — Für die meisten Ver- der Schwefelsäure (besonders die Phosphat- und Erdöl-Industrie, welche etwa $^4/_5$ aller producirten Säure verbrauchen) schadet das Arsen, selbst in so ngen, wie es sich in der Thurmsäure bei Verarbeitung von spanischen Kiesen nichts. Zur Entfernung des Arsens aus der Schwefelsäure benutzt man das lwasserstoffgas. In den Schwefelsäurefabriken zu Chessy bei Lyon uch anderwärts bedient man sich zur Entfernung des Arsens des Schwefel-, welches man in der Menge von 0,2 bis 0,3 Proc. der zu reinigenden ıre zusetzt. Auch Natrium- und Baryumthiosulfat hat man zur der Arsenigsäure aus der Schwefelsäure in Vorschlag gebracht. Das aus- ıwefelarsen wird auf gelbes Arsenglas verarbeitet.

entration der Schwefelsäure. Wenn man Kammersäure erhitzt, sie bei 130 bis 135° zu sieden, der Siedepunkt steigt aber fortwährend, bis 338° ein fester Siedepunkt erreicht ist. Diese letztere Säure nun ist es, n beim Einkochen von Kammersäure stets erhält. Sie ist eine Säure von I_2SO_4, welche beim Eindampfen bei gewöhnlichem Luftdruck kein Wasser t.

oncentrirt die Kammersäure meist durch Erhitzen in offenen Bleipfannen bis 32° B. (= 140 bis 146° Tw. = 1,70 spec. Gew.), dann in Gefässen aus Glas o. dgl. bis zu 66° B. (= 168° Tw. = 1,84 spec. Gew.).

entration der Kammersäure in Bleipfannen. Schwefelsäure ure) greift beim Erhitzen in Bleigefässen das Blei erst dann nennenswerth an, oncentration eine Grädigkeit von 63° B. überschritten hat, so dass die Ver- er Kammersäure in Bleigefässen nur bis auf 60 bis 62° B. getrieben werden sind mehrere Pfannen staffelförmig angeordnet, so dass jede folgende Pfanne 50 cm Tiefe 3 bis 7 cm tiefer steht als die vorhergehende. Ueber der che je zwei Pfannen trennt, hängt man kleine Heber auf, deren Schenkel in stigten kleinen cylindrischen Gefässen stehen. Senkt man sie über die d in die Flüssigkeit, so läuft die Schwefelsäure aus der einen Pfanne in die eferstehende. Die Grädigkeit nimmt in den einzelnen Pfannen allmählich zu. 'fannen vorhanden, so wird z. B.

ler obersten	Pfanne	eine	Grädigkeit	erreicht	von	etwa	53 bis 54° B.
„ darauf folgenden	„	„	„	„	„	„	55 bis 56° B.
„ dritten	„	„	„	„	„	„	57 bis 58° B.
„ vierten	„	„	„	„	„	„	58 bis 60° B.

er letzten Bleipfanne geht die Schwefelsäure in die Concentrationsgefässe aus Glas, um dort auf 66° B. gebracht zu werden. Damit die Bleiplatten nicht ruhen die Pfannen auf Eisenplatten.

annen der zweiten Art streichen die Feuergase über die Säure hin, die sich in einer in der Sohle des Herdes eines Flammofens befindet. Die hierbei eintretende der Säure ist nicht nachtheilig, wenn z. B. die Schwefelsäure zur Sodafabrikation

Um Schwefelsäure mit Wasserdampfheizung zu concentriren, wird zu
Eindampfen in mit Blei ausgekleideten Holzkästen vorgenommen, welche eine Länge
von 4 m haben. Auf dem Boden jedes Kastens liegen zwei Bleischlangen von je 4
0,03 m lichter Weite und 0,007 m Wandstärke, durch welche der Dampf strömt, w
Kasten mit Säure gefüllt ist. Damit das Dampfwasser aus den Röhren gut abläu
Boden die Form einer abgestumpften Pyramide und ist der Behälter in der Mitte 0,6
den Seiten 0,3 m hoch. Die beiden Enden jener Rohrleitung stehen mit dem Dam
Verbindung und können durch Hähne abgesperrt werden. Der Dampfkessel liegt e
als die Concentrationskästen, welche ihren Dampf aus einer von dem Dome des Kes
renden Leitung erhalten. Die Röhren, welche den Dampf aus den Concentrations
lassen, neigen sich nach dem Dampfraume des Kessels hin, so dass sie ein Zurück
Dampfwassers in den Kessel gestatten. Der Concentrationskasten wird mit Kamme
1,5 spec. Gew. gefüllt und so lange mit Dampf erwärmt, bis das spec. Gew. auf 1,7 ge
Alsdann wird der ganze Inhalt des Kastens in einen mit Blei ausgekleideten Holzbe
leert. In diesem Säurebehälter befindet sich ein Schlangenrohr, welches die Kamme
ihrem Wege nach den Concentrationskästen durchfliessen muss, diese letzteren werde
mit einer durch die heisse concentrirte Flüssigkeit bereits vorgewärmten Säure ges
Dampfspannung im Kessel beträgt 3 Atm. Ueberdruck und werden in einem Appara
angegebenen Grösse in 24 Stunden 5000 k Säure von 1,7 spec. Gew. erhalten. I
verbrauch stellt sich auf 9 k Steinkohle für je 100 k concentrirte Schwefelsäure.
verbrauch beträgt für 1 t Schwefelsäure 0,2 k Blei. Dem Kessel braucht nur in d
Wasser zugepumpt zu werden, als durch undichte Flantschen Dampf verloren ge
rathsam, über dem Concentrationskasten einen Bretterverschlag anzubringen, um
etwaigen Platzen der Dampfröhren eine Verletzung der Arbeiter durch die umherges
heisse Schwefelsäure zu verhüten. — Delplace machte in der Fabrik zu Stolberg di
tung, dass die bleiernen Dampfröhren besonders an derjenigen Stelle angegriffen w
welcher sie in die Schwefelsäure eintauchen. Der Staub, welcher sich, wenn auch i
Maasse, im Laufe der Zeit auf den Röhren ansetzt, saugt durch Capillaranziehung die
säure einige Centimeter über dem Stand der Flüssigkeit in der Pfanne; diese Säure
den Dampf sehr bald concentrirt und gibt auf diese Weise zu einer starken Corrosion
Veranlassung. Seitdem man an der Stelle, wo das Dampfrohr in die Säure taucht,
oben sich öffnende Bleiglocke von etwas grösserem Durchmesser als der des Damp
letzteres angelöthet hat, ist dem erwähnten Uebelstande vollkommen abgeholfen. D
Bleiwand der Glocke ist auch jetzt noch mit einer dünnen feuchten Staubschicht bek
aber nicht mehr durch Dampf erwärmt wird. Bei der Dampfconcentration verflüc
wegen der niedrigen Temperatur keine Schwefelsäure; auch hat das Verfahren noc
theil der Reinlichkeit, des geringen Kohlenverbrauchs und einer Verminderung des Ar
(Vgl. Z. angew. 1893, 51.)

Nach Wolters (J. 1894) wird beim Erhitzen und Concentriren der Schwef
bleiernen Gefässen schwefelsaures Blei zugesetzt und durch geeignete Rührvorricht
Flüssigkeit schwebend erhalten. Der dadurch erzeugte Zustand der immerwährenden
der Säure mit dem Bleisulfat schützt das Blei der Gefässe gegen den Angriff der Schw
Der entstehende Abdampf wird in bleierne Condensationsräume gesaugt und dort
Das von der Säure in der Hitze gelöste schwefelsaure Blei scheidet sich beim Erkal
einen unbedeutenden Rest wieder aus und wird aufs Neue den Concentrationspfannen

Auch die heissen Gase der Kiesöfen werden vielfach zum Eindampfen der Sch
benutzt. Man stellt Bleipfannen auf oder hinter die Kiesbrenner. Die Anlage vo
auf den Oefen hat den Uebelstand, dass, wenn die Pfannen undicht werden, die a
Säure den Ofen ruinirt. Vortheilhaft ist es, die Pfannen hinter dem Ofen aufzus
gleich einen zweiten Kanal zu bauen, welcher den Ofen mit der Kammer in Verbindu
dass auch für den Fall, dass Ausbesserungen an den Pfannen nothwendig werden, die
säurefabrikation unbehindert fortbetrieben werden kann.

Die Concentration der Kammersäure durch die heisse Schwefligsäure im Glov
ist Seite 401 besprochen.

Die in den Bleipfannen erhaltene Säure von 60° B. (Pfannensäure) is
meisten Anwendungen concentrirt genug. Bedarf man einer concentrirter
so muss Säure auf eine Stärke von 66° B. (= 1,847 spec. Gewicht) gebracht

---

1) Es sei hierbei bemerkt, dass die in vielen Schwefelsäurefabriken üblichen Bau
Aräometer empirisch construirt sind und mit dem rationell construirten Instrumente
einstimmen. Die Scala wird nämlich hergestellt, indem man den Punkt, bis zu w

entration in Glasgefässen. In England wird viel Schwefelsäure in
ntrirt, dessen Ankauf und Unterhaltung weniger beträgt als die jährlichen
che ein Platinapparat erfordert. Man wendet hierzu Glasretorten von der
n Form an, welche in einem Galeerenofen liegen. Die Concentration aus
, wie sie in Mühlheim eingerichtet war (J. 1886, 263), stellte sich theuer.
günstiger ist das Verfahren, wenn die Säure mehrere mit einander verbundene
durchläuft, so dass die Concentration ununterbrochen stattfindet. (Vgl.
angew. Chemie 1892, 385.)

nstein (J. 1894) empfiehlt flachgedrückte Glasgefässe. Der Ausschnitt
nbauchung A (Fig. 362) am oberen Ende F^1 der kegelförmig geformten
rohre F verhindert die Lagenänderungen der Rohre, indem er sich dem
nächsthöheren Concentrationsgefässes V anschmiegt. Die Rohre F werden
ng von Verstopfungen durch Niederschläge zweckmässig am Boden mit Ab-
versehen.

ier (J. 1892) concentrirt in Porzellanschalen. Die Säure läuft durch die
Fig. 363 und 364) aus dem Behälter a auf die Platte b und von dort durch
b' in die Concentrationsschalen C. Die Schalen sind paarweise so angeordnet,

2.

Fig. 363.

Fig. 364.

folgende Paar tiefer als das vorhergehende liegt. Die Schalen sind aus
und ruhen auf Asbestpappe, umgeben von Sand in durchbrochenen Eisen-
Die Feuerung ist bei E angebracht, so dass die stärkst concentrirte Säure
r grössten Hitze in Berührung kommt. Die Säure verlässt bei Z, die Ver-
ase bei H den Ofen. Die Dämpfe des Ofens werden bei V abgezogen. Das
soll sich bewähren. (Vgl. J. 1898, 329.)

Apparat zur Concentration von Schwefelsäure von O. Gutt-
1899) besteht aus drei oder mehr Säulen, im vorliegenden Falle aus zwei guss-
agsäulen a_1 und a_2 (Fig. 365 bis 369 S. 416) und zwei gusseisernen Schlusssäulen
von geeignetem Querschnitt, welche unten an einem gusseisernen Ring b und
nem Ring c befestigt sind. Das Ganze ruht auf einem Ziegelfundament d.
ulen haben Angeln e, um welche gusseiserne Thüren f_1 mit angegossenen
gten Platten g schwingen. Jede Platte hat einen angegossenen Rand h und
ite ist schwach kegelförmig oder schräg ausgebildet, um etwaige Conden-
ucte über das unterhalb stehende Gefäss hinaus abzuführen. Auf den Platten
weder frei oder in einem eisernen Topf i, mit oder ohne Sandunterlage j, die
fässe k aus Glas oder Porzellan, und die eisernen Töpfe i haben unten ein

n gewöhnlicher Schwefelsäure einsinkt, mit 66° bezeichnet und den Abstand zwischen
t und dem Wasserpunkt in 66 Theile theilt und die Theilung über 66° hinaus fort-
ere Schwefelsäuren, die an dem empirischen Instrumente 66° B. zeigten, hatten ein
ht von 1,80 und 1,81, mithin hatten diese Säuren nur eine Stärke von 64 bis 65° B.
igen Fabriken als Säure von 67° B. verschickte Schwefelsäure hat eine Dichte von
ntspricht somit nur einer Säure von 65,7° B. (J. 1880, 259; 1882, 263).

kleines Loch l, durch welches im Fall eines Bruches die Flüssigkeit nur all
die Platte laufen kann, während der Topf gross genug ist, um den ganzen
Abdampfgefässes aufzunehmen. Die Thüren f_1 mit ihren Platten g sind so

Fig. 365.

Fig. 366.

Fig. 368.

Fig. 367.

Fig. 36

dass, wenn sie durch die Riegel m geschlossen sind, das Ganze einen Thurm
welchem die Abdampfgefässe über einander in einer Spirale stehen und die
von einem in das andere laufen kann. Hierbei sind sowohl oben wie unten
ohne Platten vorgesehen, um die leeren Räume auszufüllen. Jedes Abdamp
eine Schnauze n, von welcher die Flüssigkeit in eine auf dem Gefäss ruhe

ıs Glas, Porzellan u. dgl. mit nahe an den Boden des Gefässes reichendem o_2 einfliesst. Die Tasse kann kleine Ränder o_3 haben, um sie am Ver- ı verhindern. Die Platten g haben Aussparungen g_2, um die Wärme besser en, und einen durchbohrten kegelförmigen Fortsatz g_3, welcher in eine ent- Vertiefung g_4 in den Tragsäulen a_1 und a_2 eingreift, von wo eine Bohrung threcht ausgesparten Kanal g_5 in diesen Säulen mündet, so dass etwa aus dem fäss entweichende Flüssigkeit sofort nach aussen abgeführt und das Gefäss immt werden kann. Jede Thür stösst an die andere und an die Säulen in Richtung mit Winkelflächen p, und in wagrechter Richtung werden die schrägten Stossflächen mit Kitt o. dgl. verschmiert, um ein Entweichen von verhindern. Dies wird auch in der üblichen Weise dadurch befördert, dass parat oder Schornstein am Ende des ganzen Systems die Gase absaugt. — Ring ist durch eine Steinplatte q gedeckt und darauf ruht eine Wanne r, in e Anzahl von mit einander in bekannter Weise verbundenen Bleigefässen s llangefässen wie im Innern des Thurmes, jedoch treppenförmig, stehen, so die Bleigefässe durch den Einlauftrichter t gelangende und der Reihe nach le Flüssigkeit durch die Heizgase vorgewärmt wird, ehe sie durch das Ab- abgeführt werden. Die Wanne hat einen Deckel v_1 und ein Gasabzugs- ie Flüssigkeit gelangt von dem letzten Bleigefäss entweder durch ein in den senes Rohr oder durch eine geeignete Rohr- und Trichterverbindung w in Abdampfgefäss im Thurm. — Bei Verwendung von Verbrennungsproducten n- oder Koksofens werden dieselben unmittelbar in den unteren Ring des ingeführt; wenn jedoch Wassergas angewendet wird, so lässt man es durch x_1 und gleichzeitig durch einen Schieber x_2 geregelte Luft und beide sodann hkammer y_1 eintreten. Von da wird die Mischung durch mit ihren Löchern nder versetzte, durchlöcherte feuerfeste Platten y_2 und y_3 in eine fein ge- nnerplatte y_4 geleitet, wo sie angezündet wird. — Die concentrirte Flüssigkeit letzten Abdampfgefäss durch eine Wasserschlussöffnung z in der dasselbe etzten Thür, welche zugleich zur Aufnahme eines Thermometers und Hydro- ient, in einen geeigneten Kühler und Vorrathsgefäss.

inapparate. Die bei der Verstärkung überdestillirte Säure von 15 bis d entweder in die Bleipfanne zurückgegeben oder für sich zur Herstellung en Säure concentrirt oder auch direct verwendet.

pparat von Johnson, Matthey & Comp. (Fig. 370 S. 418) besteht aus n weiten und 0,50 m hohen Platinblase a, deren oberer etwas erweiterter Rand cm langen Umbiegung b versehen ist. Dieser nach aussen gebogene Rand einer um die eingemauerte Platinblase liegenden und auf der Ofenmauer Rinne c von Platin einen hydraulischen Verschluss, welcher zum Schutze des iner Rinne von Eisen oder Blei eingepasst ist; in dieser etwa 15 cm breiten zugleich der kegelförmige Hut von starkem Blei d, welcher die Platinschale ch einem Deckel verschliesst und auf dessen oberem Theil ein niederer Helm e bgeneigtem Rohre, beide ebenfalls von Blei, dicht verbunden oder verlöthet Heber zum Abfliessen der concentrirten Säule ist an der Seite der Schale in les bestimmten Säurestandes bei f angebracht, so dass, wenn die Säure in der en Stand übersteigt, sie von selbst abläuft, ohne dass man den bis zum Boden reichenden Heber anziehen oder füllen müsste. Auf dem bleiernen Hut ist gewöhnliche Zuflussrohr g für die zu concentrirende 60grädige Säure, als orrichtung h zur Beobachtung des Säurestandes eingelöthet; das vom Helme Rohr ist auf geeignete Weise mit der neben dem Ofen befindlichen Kühl- in Verbindung gesetzt, um die oben entweichenden Dämpfe dem Kühler zu-

zuführen. Der Heber zum Abfliessen der fertigen Säure ragt an der Seite
ofens bei *k* hervor und steht mittels Kugelgelenk *l* mit dem 1,5 m langen Röhre
in Verbindung, aus welchem schliesslich die Säure noch durch einen sehr

Fig. 370.

Topfkühler *n* geht, der es möglich macht, die fast völlig abgekühlte Säure
in die Ballons laufen zu lassen. Um den bleiernen Hut kühl zu erhalten u
dem Einsenken in Folge der grossen Hitze der kochenden Schwefelsäure zu
ist er mit einer cylindrischen Wandung umgeben, wodurch der Hut selbst ein
dampfpfanne bildet, die, stets mit Kammersäure gefüllt, den doppelten
Kühlung und der Abdampfung erzielen soll.

Zur Concentration von Schwefelsäure empfiehlt Siebert
treppenförmige Apparate. Nach dem letzten Vorschlage erhält der terrassir
(Fig. 371 bis 373) auf jeder Terrassen-Vorder- bez. Oberkante einen Blech
welcher dieselbe fast in der ganzen Terrassenbreite bedeckt und rechts un

Fig. 371.

Fig. 372.

wechselnd nur auf der einen Endseite des Streifens mit der lothrechten
Kessels verbunden ist, so dass von den Terrassen nur rechts oder links ein
bleibt und der Weg für die von oben eintretende Flüssigkeit verlängert ist
fliesst somit nicht mehr in der ganzen Breite der Terrasse nach unten, sond
zwungen, jede einzelne Terrasse von rechts nach links bez. umgekehrt in d
Länge bis zum Ausgang *i* zu durchfliessen.

'latin-Blei-Concentrator von Faure und Kessler besteht in einer ı, aber wenig tiefen Platinpfanne, oder in einigen mit einander in Verbindung flachen Pfannen, welche von unten durch directe Feuerung geheizt werden. der Schwefelsäureschicht ist nur gering. Ueber der Platinpfanne befindet äuschen aus Blei, dessen Aussenseiten durch einen Wasserstrom abgekühlt der inneren Fläche verflüssigen sich die von der Schwefelsäure von den ıen aufsteigenden sauren Dämpfe, welche durch eine Rinne nach aussen ab-rden. Die Schwefelsäure fliesst in einem ununterbrochenen Strom von hinten und wird hier auf die gewöhnliche Art durch einen Platinheber als 66grädige falls ununterbrochen abgezogen [1]).

us hat reines, nur 0,01 Proc. Iridium enthaltendes Platin für sich und und sodann tall mit 5 und mit 10 Proc. Iridium legirt, in Blechabschnitten in einen Schwefel-trationskessel gelegt, in welchem 98er Säure fabricirt wurde. Nach 40tägiger Ein-siedenden Säure hatte, die Gewichtsabnahme des reinen Platins = 100 gesetzt, die it 5 Proc. Iridium 73 und die mit 10 Proc. Iridium bloss 58, also nur um wenig mehr te des Verlustes des reinen Platins am Gewicht verloren. Darnach bietet die Ver-ıer 10proc. Platin-Iridiumlegirung bei Herstellung von Schwefelsäureconcentrations-egenüber dem reinen Platin erhebliche Vortheile. Ausserdem ist nach Heräus t der mechanischen Behandlung der Bleche von erheblichem Einfluss auf deren sfähigkeit gegen die Säurewirkung. — Da es wahrscheinlich ist, dass nicht allein rationsgrad, sondern auch die Art der in verschiedenen Fabriken hergestellten Säure ı Verunreinigungen) von wesentlichem Einfluss auf die Widerstandsfähigkeit der ist, so empfiehlt Heräus die für die herzustellende Säure geeignete Legirung h Versuche zu ermitteln. — Derselbe hat auch die Beobachtung gemacht, dass reines t concentrirter Säure gegenüber widerstandsfähiger als Platin ist. Setzt man den lust des reinen Platins = 100, so beträgt derselbe für technisch reines Platin 90 und l bloss 13; Heräus vergoldet daher die Platinkessel (J. 1893). Diese Verdampf-währen sich (J. 1892, 293).

seiserne Gefässe werden vielfach in Nordamerika zur ununterbrochenen ion von Schwefelsäure angewendet (vgl. J. 1892, 295; 1894, 447); auch e deutsche Fabriken vortheilhaft (J. 1899, 381).

Kuhlmann hat schon im J. 1844 die Anwendung des luftverdünnten s empfohlen. Neuerdings ist dieses Verfahren wiederholt angewendet 218; 1887, 508). Bei der von dem Internationalen Vacuum-hinenverein in Berlin angegebenen Vorrichtung ist die aus Hartblei her-bdampfschale S (Fig. 374) mit utzmasse umgeben und mit einem C versehen. In das aus Eisen-rblech hergestellte Dampfgefäss E on Säure durchflossenen Bleirohr-MM_1 auf eisernen Gestellen NN_1 Der Heizdampf tritt bei a ein, as Dampfwasser bei d abfliesst. centrirende Säure geht durch den pparat F, durch die von Dampf Schlange T des Vorwärmers V und in die Pfanne. Die durch Ent-Wasserdämpfe kältere und somit äure tritt in der Pfeilrichtung b tiefer als die Abdampfschale stehenden Erhitzer E, wird da von Neuem l macht hiernach, ähnlich wie bei einer gewöhnlichen Wasserheizung, einen

Fig. 374.

[1]) l. J. 1876, 319; 1880, 234 u. 259; 1883, 266; 1884, 299; 1886, 263; 1892, 295.

beständigen Kreislauf. Der Wasserdampf wird durch Stutzen *D* abgesaugt, d
trirte Säure durch Rohr *J* abgelassen. — Für die Concentration der aus Eis
erhaltenen verdünnten Säure wird diese ununterbrochen durch die Wärmeaus
richtung *F* und dann durch den Vorwärmer *V* in der Pfeilrichtung *e* in den A
gepumpt, während die entsprechende Menge concentrirter Säure in der Pfeil
abfliesst.

Concentration von Schwefelsäure mit heisser Luft.
fahren von L. Kessler (J. 1893) beruht auf der Beobachtung, dass man di
säure auf den höchsten, durch Abdampfung erreichbaren Dichtigkeitsgrad
durch Gase, deren Temperatur die Dunkelrothglut nicht übersteigt, bei Tem
bis herab zu 175⁰ bringen kann, dadurch, dass man die Gase sofort als dün
mit einer mehr oder minder, jedoch der Verdampfung zur Trockene wider
Schicht Säure auf einer weit ausgedehnten Oberfläche in möglichst enge
bringt, z. B. indem man die Gase zwingt, sich durch lang ausgedehnte, nied
artige Räume über die Fläche der Säure wegzuwälzen, und indem man zu
Vorsicht übt, die Anordnung so zu treffen, dass die Gase, so lange sie noch tr
sind, auf keine von Säure benetzten Wände treffen, um nicht durch Absätz
dampfung zur Trockene die Gaswege zu beeinträchtigen. Bei dieser Arbeits
lieren die Gase augenblicklich einen grossen Theil ihrer Hitze durch Abkü
unterhalb von 260⁰; sie „löschen“ sich sozusagen, indem sie sich zugleich v
mit Wasserdämpfen und Säuredämpfen sättigen. In Folge hiervon sind die G
nur ausser Stand gesetzt, Säure zur Trockene einzudampfen, sondern sie kön
haupt auch Wasser nur noch dadurch verdampfen bez. Wasserdämpfe aufneh
sich ein Theil der in ihnen enthaltenen Säuredämpfe durch Verdichtung aussc
in die flüssige Säure zurückkehrt. — Der hierauf gegründete Apparat ist in
führungsform in Fig. 375 im senkrechten Schnitt nach *E-F* (Fig. 376), in
im wagrechten Schnitt nach *C-D* (Fig. 375) und in Fig. 377 im Quersch
A-B (Fig.
anschauli
einer a
steinwänd
unter Ve
eines au
und Alka
zusamme
Kittes)
ten und d
äussere
mantelun
dichteten
viereckig
mer *S*, d
den End
Sandstein
s^2 unter
eines
freien R
abgedeck

Fig. 375.

eine Anzahl vorn offener, oben abgedeckter, am zweckmässigsten unter sic
gerichtet verlaufender Kanäle *q* unter Belassung von Zwischenräumen q^1

ss ihre senkrechten Seitenwände den Boden der Kammer nicht erreichen, der ganzen Länge der Kanäle Zwischenräume i bestehen bleiben, und anäle unten offen sind. Dieselben können parallel zu den Lang- oder zu alseiten der Kammer angeordnet sein. Die ume q^1 sind vorn geschlossen und stehen durch e Oberseite in freier Verbindung mit dem Der Kammer S wird zweckmässig am vorderen ndig Schwefelsäure zugeführt; dieselbe erfüllt

Fig. 376.

Fig. 377.

n unteren Theil der Kammer und fliesst einem mit Säuresack versehenen zu, der in der hinteren Schmalseite der Kammer in solcher Höhe anst, dass zwischen der Oberfläche der die Kammer erfüllenden Säure und n Fläche der Kanalseitenwände ein enger Zwischenraum bestehen bleibt. Kanälen ist in der Abdeckungsplatte s^1 eine Oeffnung o angeordnet, durch e mittels eisernen Rohres zugeleiteten heissen Gase in die mit Säure bereits Kammer eintreten, unter Zuhilfenahme von Pressung oder Saugung mit reren Centimetern Wassersäule entsprechenden Kraft. Die eintretenden heilen sich in die Kanäle q und drängen sich aus diesen unter den Kanallen hindurch über die Säure weg bez. bis zu einer geringen Tiefe durch indurch in die Zwischenräume q^1, aus denen sie unter wiederholter Beder Säure nach dem Raum O abziehen. Die Gase werden durch die n der Kanalwände gezwungen, auf einer grossen Ausdehnung in Berühder Säureoberfläche zu treten, indem sie von oben herab gegen diese nd dann durch die Enge der Durchgangsspalten zu einer dünnen Schicht auf oberfläche gleichsam ausgewalzt werden, sich bez. dabei auch in geringer h die Säure wälzen. Die Wirkung dieser Art, die heissen Gase und die sammenzubringen, ist, dass erstere sich unter vollständiger Sättigung mit npfen und Säuredämpfen „löschen", dass ihre Temperatur beim Austritt aus ner S bis unter 260° gesunken ist. — Die abziehenden Gase werden vortheilie Vorconcentration der im beschriebenen Apparat dann auf die Enddichte zu enden Säure, indem dabei die mitgeführten Säuredämpfe zum grössten Theil e Säure wiedergewonnen werden und die Constructionstheile des bezüglichen gegen Zerstörung durch Hitze gesichert sind. Dieser letztere Umstand erdie Benutzung von Vorconcentratoren, welche nach Art der Verstärkungssäulen n aufgebaut sind. Der zur Vorconcentration dienende Apparat wird dann Raum O aufgebaut. — Der Vorconcentrator ist aus Platten A B C D zu-

sammengesetzt, welche mit Gasdurchlässen o^1, um diese mit einem aufgeworfe und mit haubenartigen Säurenverschlüssen s versehen sind, sowie unter einand wechselnd entgegengesetzten Seiten der Säule durch Ueberlaufrohre n in V stehen. Die Platten sind mit einem Bleimantel p überzogen, der mit dem I des Hauptconcentrators verlöthet ist und in einen Dom mit Abzugsrohr P Die schwache Säure (z. B. Kammersäure) wird durch ein Rohr l der oberst zugeführt. Von der untersten Platte führt ein Ueberlaufrohr n in ein auf Kanäle q an der Vorderseite des Raumes O gestelltes Gefäss n^1, aus welchem in die Kammer S überfliesst. Aus dem Raum O strömen nun die gesättig durch die Durchlässe o^1 der untersten Platte A unter deren Hauben s, aus zunächst die Säure verdrängen, um dann schliesslich, ähnlich wie im Hauptcon als dünne Schicht um den Rand der Haube herumzugleiten und sich, zu B theilt, durch die äussere Säure nach oben zu drängen. Dieselben Vorgänge wi sich für jede Platte, bis die Gase schliesslich sehr stark abgekühlt und arm dämpfen durch P abziehen. Da die Gase feucht sind, können sie zunächst auf mit Säure benetzten Theilen, welche sie berühren, Verdampfung zur Trockene wirken, so dass Sulfate nicht abgesetzt werden und die Gaswege vollkommen erhalten bleiben. Auf dem Wege durch die Platten reichern nun die Gase gabe von Wärme die Säure dadurch an, dass ein Theil der mitgebrachten Sä verdichtet und an die flüssige Säure abgegeben, und dafür eine entsprechen Wasser aus der flüssigen Säure abgedampft und von den Gasen aufgenomn Die Gase werden also nach oben hin, von Platte zu Platte fortschreitend, Säuredämpfen, dagegen reicher an Wasserdämpfen und zugleich kälter, wä gekehrt die flüssige Säure nach unten hin von Platte zu Platte säurereiche ärmer und heisser wird. — Um den Widerstand zu vermindern, welche die S aus den Hauben s zu verdrängenden Flüssigkeitssäulchen den Gasen entgeg werden letztere künstlich durch die Vorrichtung hindurchgepresst oder gesaug

Die gewöhnliche Schwefelsäure des Handels enthält 93 bis 96 Proc. sog. Mono H_2SO_4. Ausnahmsweise wird durch weitere Verdampfung in Glas- oder Platingefäss stärkere Säure von 97 oder höchstens 98 Proc. dargestellt; noch stärkere Säure läss diesem Wege nicht gewinnen, da das Monohydrat selbst schon bei mässiger Erwär theilweise dissociirt und Säure von 98 bis 98,5 Proc. zurücklässt. G. Lunge hat nun dass man durch Abkühlung von 98proc. Säure leicht auf fabrikmässigem Wege bei w 0° Monohydrat auskrystallisiren lassen kann, dass man dieses aber auch aus Säure oder sogar 96 Proc. ebenfalls noch durch mässige Abkühlung (etwa auf —10° erhal wenn man die Erscheinung der Ueberschmelzung durch einige eingeworfene Krystalle hydrates mit oder ohne Umrühren aufhebt. Man stellt zunächst durch Gefrierenlasse —10° einer 98proc. Säure, welche durch Mischen von gewöhnlicher mit rauchender säure gewonnen wurde, eine kleine Menge von Monohydratkrystallen her. Die 96- b Schwefelsäure wird nun auf mindestens 0° abgekühlt; dann wirft man einige Krysta und kühlt unter Umrühren weiter, bis die Krystallbildung beendigt ist. Hierauf trenn Mutterlauge von den Krystallen durch Abtropfen, Absaugen, Pressen, Ausschleude wobei die Temperatur nicht über 0° steigen soll. Das Verfahren bewährt sich (J. 189

Eigenschaften der Schwefelsäure. Die concentrirte Schwefelsäur Formel H_2SO_4 hat ein spec. Gewicht von 1,8384 und ist eine im reinen Zustand Flüssigkeit, welche aber gewöhnlich durch hineingerathene Staubtheilchen gelblich o lich gefärbt ist[1]). Sie ist dickflüssig und ölartig, zerstört organische Stoffe unter Ab

---

1) Rothfärbung der Schwefelsäure tritt ein, wenn Nitrose haltige Schwefel Eisenoxydul bez. Ferrosulfat zusammenkommt:

$$6FeSO_4 + 2HNO_3 + 3H_2SO_4 = 3Fe_2(SO_4)_3 + 2NO + 4H_2O$$

$$\text{oder } 2FeSO_4 + N_2O_3 + H_2SO_4 = Fe_2(SO_4)_3 + 2NO + H_2O.$$

Auf dieselbe Weise wird auch schwach nitrose Schwefelsäure beim Stehen in Behältern geröthet. Die Rothfärbung entsteht nur wenn die Schwefelsäure z. B. v schwach nitros ist und der eiserne Behälter eisenoxydulhaltigen Schlamm enthält, o

und ist in so hohem Grade hygroskopisch, so dass sie nach und nach das Fünfzehn- Volumens Wasser anzuziehen vermag. Mit Wasser gemischt entwickelt sie grosse n Wärme. Der Siedepunkt der höchst concentrirten Säure liegt bei 338°.

lrausch hat gezeigt, dass die Schwefelsäure unterhalb ihrer vollständigen Con- ein Maximum der Dichte besitzt. G. Lunge (J. 1883, 271; 1890, 446) gab Tabellen ngewichte der Schwefelsäuren für die Temperatur von 15°, reducirt auf Wasser von eeren Raum (S. 424 gekürzt).

endung. Die Schwefelsäure findet eine ausserordentlich ausgedehnte und mannig- endung, z. B. zur Darstellung vieler Säuren (Salpetersäure, Salzsäure, Schweflig- lensäure, Weinsäure, Citronensäure, Stearinsäure, Palmitinsäure und Oelsäure), zur von Superphosphat, zur Bereitung des Chlors, des Glaubersalzes, behufs der Soda- und der Fabrikation von Kaliumsulfat (aus dem Chlorkalium des Carnallits), urem Ammoniak, Alaun und Vitriol (Eisen- und Kupfervitriol), Barytweiss, zur Dar- on Wasserstoffgas, des Nitroglycerins, der Schiessbaumwolle, der Pikrinsäure, zur des Goldes vom Silber, zur Entsilberung des Kupfersteins und des Schwarzkupfers sogenannte Schwefelsäurelaugerei, zum Raffiniren des Rüböls, Erdöls und Paraffins, llung vieler Theerfarbstoffe, zur Fabrikation des Stärkezuckers, des Pergamentpapiers, , zum Trocknen des durch den Deaconprocess erhaltenen Chlorgases, zum Beizen des s vor seiner Umwandlung in Weissblech u. s. w.

wefelsäureproduction. Die gesammte deutsche Schwefelkiesförderung betrug enclever im J. 1882: 158 409 t, dagegen 1897 schon 845 600 t (von 60° B.),

deutschem Kies	80 000 t
ausländischem Kies	571 000
Zinkblende	136 900
Oker und Mansfeld	50 700
Gasreinigungsmasse	7 000

wefelsäureanhydrid, Schwefeltrioxyd, SO_3, bildet lange bei 14,8° schmel- smen, siedet bei 46,2°; bei Gegenwart von geringen Feuchtigkeitsspuren bildet Polymerisation weisse bei 50° schmelzende Nadeln. Fabrikmässig wurde das in Form von Oleum bis Ende der siebziger Jahre ausschliesslich von Starck us Vitriol hergestellt (S. 395). Cl. Winkler[1]) zeigte, dass beim Ueber- Schwefeldioxyd mit Sauerstoff über Platinasbest Trioxyd entsteht. Anfangs hwefelsäure in der Glühhitze in Schwefligsäure, Sauerstoff und Wasser zerlegt, zunächst durch concentrirte Schwefelsäure entfernt, und das Gemenge von säure und Sauerstoff durch glühenden platinirten Asbest geführt, wo es wieder in verwandelt wird. Später verwandte Winkler auch sonstige Schwefligsäure und . Röstgase. Das Verfahren wurde mit gutem Erfolg in der Freiberger Hütte, ania u. a. eingeführt.

h Hänisch und Schröder wird die Verbindung von Schwefeldioxyd und f beim Ueberleiten über Platinasbest[2]) u. dgl. wesentlich dadurch befördert, das Gasgemenge unter Druck setzt. Die richtige Mischung von Schwefel-

---

e Behälter schlammfrei d. h. eisenoxydulsulfatfrei ist, bei längerem Stehen in diesem wobei allmählich von der 60er Säure etwas Eisen gelöst wird. Röthung der Schwefel- n auch bei der Fabrikation der Schwefelsäure eintreten durch eisenhaltigen Flugstaub se (J. 1890, 467).

[1]) J. 1875, 296; 1877, 232; 1879, 384; 1884, 301.

[2]) Grillo und Schröder (J. 1899) empfehlen statt der bisherigen festen Unterlage . dgl.) lösliche Salze der Alkalien, alkalischen Erden, Erden und der Metalle, welche ellung der Contactmasse in ihrer wässerigen Lösung mit der Lösung des fein zu ver- n Platinsalzes gemischt werden. Das Gemisch der Lösungen wird sodann eingedampft ich abscheidenden Salzkrusten getrocknet und zu annähernd gleichmässiger Korngrösse rt. Das hierbei abfallende Pulver wird von Neuem in Wasser gelöst und wie zuvor , bis sämmtliches Material in eine angemessene Stück- oder Kornform übergeführt ist. Material soll direct zur Einfüllung in die zur Ausführung des Contactprocesses dienen- der oder sonstigen Apparate geeignet sein.

Specifische Gewichte von Schwefelsäurelösungen.

Spec. Gew. bei $\frac{15^0}{4^0}$ (luftl. R.)	Grad Baumé	100 Gewichtstheile entsprechen bei chemisch reiner Säure Proc. H_2SO_4	1 *l* enthält k bei chemisch reiner Säure H_2SO_4	Spec. Gew. bei $\frac{15^0}{4^0}$ (luftl. R.)	Grad Baumé	100 Gewichtstheile entsprechen bei chemisch reiner Säure Proc. H_2SO_4
1,010	1,4	1,57	0,016	1,490	47,4	58,74
1,020	2,7	3,03	0,031	1,500	48,1	59,70
1,030	4,1	4,49	0,046	1,510	48,7	60,65
1,040	5,4	5,96	0,062	1,520	49,4	61,59
1,050	6,7	7,37	0,077	1,530	50,0	62,53
1,060	8,0	8,77	0,093	1,540	50,6	63,43
1,070	9,4	10,19	0,109	1,550	51,2	64,26
1,080	10,6	11,60	0,125	1,560	51,8	65,08
1,090	11,9	12,99	0,142	1,570	52,4	65,90
1,100	13,0	14,35	0,158	1,580	53,0	66,71
1,110	14,2	15,71	0,175	1,590	53,6	67,59
1,120	15,4	17,01	0,191	1,600	54,1	68,51
1,130	16,5	18,31	0,207	1,610	54,7	69,43
1,140	17,7	19,61	0,223	1,620	55,2	70,32
1,150	18,8	20,91	0,239	1,630	55,8	71,16
1,160	19,8	22,19	0,257	1,640	56,3	71,99
1,170	20,9	23,47	0,275	1,650	56,9	72,82
1,180	22,0	24,76	0,292	1,660	57,4	73,64
1,190	23,0	26,04	0,310	1,670	57,9	74,51
1,200	24,0	27,32	0,328	1,680	58,4	75,42
1,210	25,0	28,58	0,346	1,690	58,9	76,30
1,220	26,0	29,84	0,364	1,700	59,5	77,17
1,230	26,9	31,11	0,382	1,710	60,0	78,04
1,240	27,9	32,28	0,400	1,720	60,4	78,92
1,250	28,8	33,43	0,418	1,730	60,9	79,80
1,260	29,7	34,57	0,435	1,740	61,4	80,68
1,270	30,6	35,71	0,454	1,750	61,8	81,56
1,280	31,5	36,87	0,472	1,760	62,3	82,44
1,290	32,4	38,03	0,490	1,770	62,8	83,32
1,300	33,3	39,19	0,510	1,780	63,2	84,50
1,310	34,2	40,35	0,529	1,790	63,7	85,70
1,320	35,0	41,50	0,548	1,800	64,2	86,90
1,330	35,8	42,66	0,567	1,810	64,6	88,30
1,340	36,6	43,74	0,586	1,820	65,0	90,05
1,350	37,4	44,82	0,605	1,822	65,1	90,40
1,360	38,2	45,88	0,624	1,824	65,2	90,80
1,370	39,0	46,94	0,643	1,826	65,3	91,25
1,380	39,8	48,00	0,662	1,828	65,4	91,70
1,390	40,5	49,06	0,682	1,830	. .	92,10
1,400	41,2	50,11	0,702	1,832	. .	92,52
1,410	42,0	51,15	0,721	1,834	. .	93,05
1,420	42,7	52,15	0,740	1,836	. .	93,80
1,430	43,4	53,11	0,759	1,838	65,8	94,60
1,440	44,1	54,07	0,779	1,840	65,9	95,60
1,450	44,8	55,03	0,798	1,841	. .	97,00
1,460	45,4	55,97	0,817	1,841	. .	98,20
1,470	46,1	56,90	0,837	1,840	. .	99,20
1,480	46,8	57,83	0,856	1,839	. .	99,70

dioxyd und atmosphärischer Luft unter gleichzeitiger Pressung der Gase wir
eine Zwillingspumpe bewirkt, wobei der eine Cylinder stets dreimal so viel Luft

lere Schwefeldioxyd (J. 1888, 406). Das Verfahren wurde von der Badinilin- und Sodafabrik eingeführt und so verbessert, dass die Fabrik deren weit überholte. Nach Angabe der Fabrik (österreich. Patent; J. 1899, e von Hess und Thomsen bestimmte Reactionswärme:

$$SO_2 + O = SO_3 + 32,2 \text{ Cal.}$$

ie Reaction zwischen SO_2 und O sich erst bei höherer Temperatur vollzieht, othwendig, die Gase oder das Gasgemisch vorzuheizen, bevor sie unter dem on Contactsubstanzen sich miteinander verbinden können. Zu dieser den on vor Eintritt in die Reaction zugeführten Wärme kommt demnach noch die gswärme hinzu, und hierdurch kann ihre Temperatur je nach ihrem Gehalt liger Säure ganz enorm, bis zu heller Glut gesteigert werden. — Es wurde den, dass diese Anhäufung von Wärme bei der praktischen Ausführung der g von Schwefelsäureanhydrid sehr schädlich wirkt: die eisernen Apparate rzeitig durch Oxydation zerstört, die Wirkung der Contactsubstanz wird ab-t, die Leistungsfähigkeit der Apparate wird vermindert, und der Verlauf der der möglichst quantitativ sein sollte, wird beeinträchtigt. — Der ungünstige er Reaction erklärt sich durch die Beobachtung, dass eine theilweise Rück- von SO_3 in SO_2 und O schon bei Temperaturen erfolgt, die die günstigsten mperaturen nur wenig übersteigen, während zugleich die Vereinigung von in den ersten Theilen der Contactmasse sich sehr viel rascher vollzieht als in folgenden und daher der ganze Apparat von Anfang an überhitzt wird. Die g der Reaction nimmt um so grösseren Umfang an, je mehr der Contact-urch den Wärmeüberschuss überhitzt wird, also je mehr Gas oder je concen-as durch den Contactapparat strömt; in Folge dessen wird entweder eine le Vereinigung von schwefliger Säure und Sauerstoff überhaupt verhindert, wird schon gebildetes Anhydrid rückwärts zersetzt. Daher verlässt die Säure den Apparat teilweise unverändert und kann höchstens noch durch ge Vorkehrungen, z. B. Verarbeitung in einer Bleikammer, Darstellung von s. w. nutzbar gemacht werden. — Das neue Verfahren besteht darin, dass Contactmasse und den Contactapparaten den schädlichen Wärmeüberschuss sere Kühlung eigens und in regelbarer Form entzieht. In Folge dessen ist , die Ausbeute an Schwefelsäureanhydrid quantitativ in ähnlicher Weise zu wie dies beim Kammerprocess der Fall ist, und es werden die Apparate und tmasse durch den kälteren Verlauf der Reaction geschont und ihre Leistungs-ausserordentlich erhöht. — Die Ausführung des Verfahrens hängt besonders oncentration der zu verarbeitenden Gase ab. Die Abkühlung des Contact-erzielt man im Allgemeinen durch einen in seiner Stromstärke und seiner Tem-gelbaren Gasstrom, z. B. mit Luft oder mit den zu verarbeitenden Gasen selbst. die Abkühlung auch auf eine andere Weise, z. B. in Flüssigkeitsbädern, ins- in Metallbädern, deren Temperatur regulirbar ist, ausgeführt werden. Bei ng der zu verarbeitenden Gase selbst zur Kühlung des Contactapparates führt Gasstrom ganz oder theilweise in einen das Contactrohr umgebenden Raum, in er Contactmasse die überschüssige Wärme entzieht. Die aus dem Kühlraum en Gase werden dann auf die für den günstigen Verlauf der Reaction Temperatur gebracht, bevor sie in die Contactmasse eintreten; hierzu ist r Concentration der Gase u. U. noch ihre besondere Abkühlung oder Heizung h.

n belgischen Patenten Nr. 137 751, 137 752, 137 753 derselben Fabrik wird die Reinigung der Röstgase beschrieben, dass man die heissen Gase mittels - oder Dampfstromes gehörig mischt und dadurch etwaigen unverbrannten

Schwefel vollkommen verbrennt, die in den heissen Gasen enthaltene c
Schwefelsäure durch Zuführung von Wasserdampf verdünnt und hierdurch
Verbindungen der Schwefelsäure mit den Unreinigkeiten in lockeren Schl
wandelt, sowie die Angreifbarkeit der Apparate und die Bildung von s
Wasserstoffverbindungen verhindert, dass man weiter die Gase allmählich al
hierauf einem Waschprocesse so lange unterwirft, bis die Vornahme einer opt
chemischen Untersuchung die Abwesenheit von staub-, nebel- und gasförmi
lichen Stoffen, wie Arsen, Phosphor und Quecksilber und ihrer Verbindung
worauf die Gase schliesslich getrocknet werden, falls sie mit wässerigen Fl
gewaschen waren. — Die Einzelheiten der Fabrikation werden als „Fabrikg
behandelt. (Das Verfahren (mit Pt) arbeitet auch in den Elberfelder Farb
tadellos.)

Die Farbwerke in Höchst benutzen die Verbindungswärme zum Heiz
strömenden Gasstromes. Man erhitzt in einem Gegenstromapparat (Fig. 3
die zuströmenden, SO_2 und O haltenden Gase zuerst durch directe Wärme
Reactionstemperatur. Beim Durchströmen
tactsubstanz findet die Oxydation zu SO_3 und
Freiwerden der Verbindungswärme statt. I
aus der Contactsubstanz austretenden S
Dämpfe haben in Folge dessen eine bedeute
Temperatur als die bei *E* eintretenden SO_2-G
SO_3-Dämpfe werden den eintretenden SO_2-
gegengeleitet; das vorhandene bedeutende T
gefälle ermöglicht eine glatte Wärmeübertra
abströmenden auf den zuströmenden Gasstr
Gleichgewichtszustand des Processes lässt s
Vermehrung oder Verminderung der zuström
menge sehr schnell herstellen. Der Process
jedem Druck, am besten bei Ueberdruck v
Dabei ist es einerlei, ob der Gegenstrom, wie i
direct erzeugt, oder, wie in Fig. 379, durch
Mehrtheilung des Systems wechselweise erzeugt wird. Auch können die au
die Verbindungswärme enthaltenden Gase in anderer Weise, z. B. durch
anderschaltung verschiedener Systeme, zum Heizen der Zuströmungsgase
werden. Grosse Apparate, wie sie für die Grossindustrie in Frage kommen
sobald der Process in Gang gesetzt ist, ganz ohne Wärmezufuhr von aussen.

Fig. 378. Fig. 379.

Das erforderliche Platin veranlasst hohe Anlagekosten einer solchen Fa
Verein chemischer Fabriken in Mannheim verwendet daher Kiesa
Der rohe Schwefelkies wird in einem gewöhnlichen Kiesofen zur Verbrennung
Die zur Verbrennung nothwendige Luft wird vor der Einführung in den Ofen
getrocknet und beim Durchbrennen der noch heissen Kiesabbrände vorgewä
durch die Verbrennung des Kieses erzeugte, sofort reactionsfähige Gasge
schwefliger Säure und Sauerstoff (Luft) wird mit der im Röstraum erzeugten T
unmittelbar durch die in einem Oxydationsraum gelagerte eisenoxydhaltig
substanz hindurchgeleitet und unter der wechselseitigen Einwirkung von s
Säure, Sauerstoff und Contactmasse Schwefelsäureanhydrid erzeugt. Die E
des Grossbetriebes mit diesem Verfahren haben ergeben, dass die Umse
schwefligen Säure in Schwefelsäureanhydrid sehr erheblich gesteigert wird,
schwefligsauren Gase, die beispielsweise mit 6 bis 8 Vol.-Proc. schwefliger
einem normal arbeitenden Schwefelkiesofen entweichen, im Umsetzungsrau

tt in denselben erheblich mit getrockneter Luft verdünnt werden. Man ver-
. die mit 6 bis 8 Vol.-Proc. anfallenden Röstgase eines Kiesofens durch Zu-
trockneter Luft über der abröstenden Schicht und unter den Umsetzungsraum
nselben derartig, dass ein zur Reaction bestimmtes Gasgemisch von etwa
l.-Proc. schwefliger Säure entsteht. Da in Folge der erheblich gesteigerten
ung eine störende Temperaturminderung im Umsetzungsraum herbeigeführt
nn, so ist dafür Sorge zu tragen, dass die zugeführte getrocknete Luft vorge-
.. — Zur Entfernung des Arsens aus den Röstgasen lässt dieselbe Firma
urch glühende Kiesabbrände streichen. (J. 1899, 356.)
catalytischen Verfahren sind nicht allein für Anhydrid, sondern auch zur
g concentrirter Schwefelsäure dem bisherigen Verfahren mit Blei-
und nachfolgender Concentration überlegen, so dass die S. 417 besprochenen
ionsapparate voraussichtlich bald verdrängt werden. Für die Herstellung
rker Schwefelsäure (für Superphosphat u. dgl.) ist der Bleikammerprocess
vortheilhafter, doch ist anzunehmen, dass er bei weiteren Verbesserungen des
fahrens verdrängt wird.

Ammoniak und Ammoniumverbindungen.

aus das meiste Ammoniak wird bei der trockenen Destillation der Steinkohlen
, Kokerei) und (in England) bituminösen Schiefer erhalten, geringe Mengen
eschlempe bei Herstellung von Knochenkohle, aus faulenden thierischen Stoffen
üssigkeiten u. dgl.). Die Ueberführung von atmosphärischem Stickstoff in
ist bis jetzt ohne praktische Bedeutung[1]), auch bei Verwendung von Elek-
1898, 442).
Herstellung reiner Ammoniaklösung wird Salmiak mit Kalk

$$2\,NH_4Cl + Ca(OH)_2 = CaCl_2 + 2\,NH_3 + 2\,H_2O.$$

ckelte Ammoniakgas wird in kaltes Wasser geleitet, welches bei 15° das
Vol. Ammoniak löst.

Isambert erfordert die bei der Herstellung von Ammoniak vor sich gehende
aO + $2NH_4Cl = CaCl_2 + 2NH_3 + H_2O$ einen Wärmeverbrauch von 109 hw. Aus
che entweicht bei gewöhnlicher Temperatur, selbst bei Luftleere, kein Ammoniak,
ie Molecularverbindung $CaCl_2 . 2NH_3$ bildet, welche erst bei 180 bis 200° Ammoniak
urch Baryt und Strontian wird aus Chlorammonium ebenfalls erst bei 180 bis 200°
entwickelt, während durch Bleiglätte schon bei gewöhnlicher Temperatur Ammoniak
(J. 1885, 224.)
euerer Zeit wird die Ammoniaklösung meist unmittelbar aus Gaswasser ge-
435).

wichtigsten Verwendungen des Ammoniaks sind die für Eismaschinen
zu welchem Zweck das verflüssigte Ammoniak von einigen Fabriken
vird, für Ammoniaksoda und Herstellung von Salzen.

moniak[2]) aus Gaswasser (vgl. S. 33, 84). Gaswasser enthält
bis 20 g Ammoniak im Liter; ein Theil desselben ist in beim Kochen

1880, 359; 1881, 192; 1882, 288; 1883, 284; 1884, 323; 1885, 225; 1887, 512;
1892, 323; 1894, 463; 1895, 407.
mmoniak ist giftig. Schon bei 0,05 Proc. Ammoniakgehalt der Luft zeigen sich Reiz-
gen, bei 0,6 Proc. trat der Tod von Thieren zuweilen schon nach $1^1/_2$ Stunden ein.
iere ertragen mehr. Kohlensaures Ammonium wirkt wie freies Ammoniak. —
können bei einiger Gewöhnung 0,03 bis 0,05 Proc. Ammoniak vertragen. Grösserer
gehalt ist in Arbeitsräumen jedenfalls unzulässig, da hierbei bereits Entzündungs-
gen und Brechreiz eintreten. (J. 1886, 274.)

Spec. Gewicht der Ammoniaklösungen nach G. Lunge und Wie

Spec. Gewicht bei 15°	Proc. NH_3	1 *l* enthält NH_3 bei 15° g	Correction des spec. Gewichts für ± 1°	Spec. Gewicht bei 15°	Proc. NH_3	1 *l* enthält NH_3 bei 15° g
1,000	0,00	0,0	0,00018	0,940	15,63	146,9
0,998	0,45	4,5	0,00018	0,938	16,22	152,1
0,996	0,91	9,1	0,00019	0,936	16,82	157,4
0,994	1,37	13,6	0,00019	0,934	17,42	162,7
0,992	1,84	18,2	0,00020	0,932	18,03	168,1
0,990	2,31	22,9	0,00020	0,930	18,64	173,4
0,988	2,80	27,7	0,00021	0,928	19,25	178,6
0,986	3,30	32,5	0,00021	0,926	19,87	184,2
0,984	3,80	37,4	0,00022	0,924	20,49	189,3
0,982	4,30	42,2	0,00022	0,922	21,12	194,7
0,980	4,80	47,0	0,00023	0,920	21,75	200,1
0,978	5,30	51,8	0,00023	0,918	22,39	205,6
0,976	5,80	56,6	0,00024	0,916	23,03	210,9
0,974	6,30	61,4	0,00024	0,914	23,68	216,3
0,972	6,80	66,1	0,00025	0,912	24,33	221,9
0,970	7,31	70,9	0,00025	0,910	24,99	227,4
0,968	7,82	75,7	0,00026	0,908	25,65	232,9
0,966	8,33	80,5	0,00026	0,906	26,31	238,3
0,964	8,84	85,2	0,00027	0,904	26,98	243,9
0,962	9,35	89,9	0,00028	0,902	27,65	249,4
0,960	9,91	95,1	0,00029	0,900	28,33	255,0
0,958	10,47	100,3	0,00030	0,898	29,01	260,5
0,956	11,03	105,4	0,00031	0,896	29,69	266,0
0,954	11,60	110,7	0,00032	0,894	30,37	271,5
0,952	12,17	115,9	0,00033	0,892	31,05	277,0
0,950	12,74	121,0	0,00034	0,890	31,75	282,6
0,948	13,31	126,2	0,00035	0,888	32,50	288,6
0,946	13,88	131,3	0,00036	0,886	33,25	294,6
0,944	14,46	136,5	0,00037	0,884	34,10	301,4
0,942	15,04	141,7	0,00038	0,882	34,95	308,3

des Wassers flüchtigen, der Rest in nicht flüchtigen Verbindun handen.

Flüchtig

Ammoniak, freies (selten),
Ammoniumcarbonat,
Ammoniumsulfhydrat, $NH_4 . SH$,
Schwefelammonium, $(NH_4)_2S$,
Cyanammonium,

Nicht flüchtig

Schwefelsaures Ammonium
Schwefligsaures „
Thioschwefligsaures „
Thiokohlensaures „
Rhodanammonium,
Ferrocyanammonium,
Chlorammonium.

Letztere Verbindungen werden bei der Destillation des Gaswassers d zersetzt.

Von den neuen Destillationsapparaten sind besonders fol merkenswerth.

Der Apparat von H. Grüneberg (J. 1882) besteht aus einem Destill (Fig. 380 u. 381), einem Rectificator *B*, einem Kühlapparat *C*, verbunden mit sorptionsgefäss *D* und einer hydraulischen Absperrung *E*. Der aufrechtstehe drische Destillirkessel *A* hat eine concentrische innere Abtheilung *a*, welche d

Kessels durchbricht und sich unterhalb desselben fortsetzt; sie ist mit einem Boden geschlossen und letzterer mit einem Ablasshahn *f* versehen, welcher -nen der Unreinigkeiten des durch das Rohr *e* in den Cylinder *a* eingeführten -wie zum Ablassen des in demselben gebildeten Gypses dient. In der Ab- hängt concentrisch das Rohr *b* bis hinunter zu dem cylindrischen Ansatz

Fig. 380 und 381.

Dieses Rohr *b* ist unten geschlossen und mit Abflussröhrchen *t* versehen, -gen mittels eines bei *d* durch eine Reihe von Oeffnungen durchbrochenen mit dem Hauptkessel *A* verbunden. In dem genannten cylindrischen An- -ndet sich ein kleiner Rührapparat *s*, bestimmt, den durch das Rohr *e* ein- Kalk in innige Berührung mit der durch die Röhrchen *t* aus dem inneren -rabkommenden, von flüchtigen Ammoniakverbindungen befreiten Flüssigkeit -n. Der Kessel *A* hat ein Abflussrohr *h*, welches ausserhalb des Apparates in -drischen Gefäss *i* hydraulisch abgesperrt ist, und ausserdem einen Ablass- -elcher seine vollständige Entleerung ermöglicht. Auf dem Destillirkessel *A* -ectificator bekannter Construction befestigt, welcher auch durch einen mit

Koks oder dergl. gefüllten Scrubber ersetzt werden kann; derselbe ist Rohr *k* mit dem Kühlapparat *C* verbunden; letzterer wird aus dem Behä speist. Das Rohr *l* dient zur Ueberführung des in *C* erwärmten Wassers Rectificator.

Die rohe Ammoniakflüssigkeit fliesst aus dem Behälter *F* in das Kül und von hier mittels des Rohres *l* durch den Rectificator *B* in das absteigen des Destillirkessels *A*. Am Boden des Einsatzes *a* dieses Kessels trifft fliessend durch die Röhrchen *t* mit der dort befindlichen Kalkmilch zusam hier zerlegt, eine Reaction, die durch zeitweilige Bewegung des kleinen Rühr unterstützt wird. Die nun freies Ammoniak haltende Flüssigkeit steig Cylinder *a* auf und fliesst an dessen oberen Rande über in den Hauptkesse diesem wird dieselbe dann durch das Rohr *h* am Boden abgeführt, nachdem moniak daraus ausgetrieben ist. Die in dem Kessel *A*, welcher vom Roste a wird, entwickelten Dämpfe treten durch die Oeffnungen *d* in den Rectificato hier aus durch das Rohr *k* entweder in den beschriebenen Kühlapparat *C*, w gleich Dämpfe und Gase von einander scheidet, oder, wenn es sich um Darst schwefelsaurem Ammoniak handelt, in ein Bleigefäss mit Schwefelsäure. I Falle fliesst die in *C* condensirte Ammoniaklauge durch das Rohr *m* in da hydraulisch absperrende Gefäss *E*, woraus sie durch *n* abfliesst. Das Röhrch die nicht condensirten Dämpfe in das ausgebleite und mit Schwefelsäure ge fäss *D*, aus welchem die nicht absorbirten Gase durch das Rohr *p* in die Fe leitet werden. —

Neuerdings wurde die Colonne *B* (Fig. 382) mit einem Regler *R* Es ist dieses ein aufsteigendes Rohr, welches mit einem Kühlcylinder umgeb gestattet, die in die Kühlschlange *D* tretenden Dämpfe so concentrirt bez an Ammoniak abzuleiten, wie es gewünscht wird, durch alleinige Regulirung peratur des Kühlcylinders, welcher einen dauernden Zu- und Abfluss von K erhält. Je stärker dieser Zufluss, also je kühler der Cylinder *R*, desto rei sind die durch Rohr *k* austretenden Ammoniakdämpfe. Ferner wurde, um liche Abkühlung des Kalkgefässes, sowie der zu demselben führenden Damp verhüten und auch um dem Kalkgefäss selbst mehr Wärme zuzuführen, geschah, das Kalkgefäss *C* mit dem eigentlichen Destillirkessel *A* vereinigt, Dampfrohre *f* innerhalb der Räume *A* und *C* hinaufgeführt. Dies geschieh betreffenden Theile des Apparates möglichst heiss zu erhalten und hier Operation zu beschleunigen, sowie um heisse Dämpfe in die Säure zu leiten un jedes weitere Abdampfen der Salzlauge zu verhüten.

G r ü n e b e r g und B l u m empfehlen ferner die Anbringung einer sog. T c o l o n n e a n D e s t i l l a t i o n s a p p a r a t e n f ü r A m m o n i a k w a s s Flüssigkeit tritt oben bei *a* (Fig. 383 und 384) in die obere Colonne, d dieselbe den aufsteigenden Dämpfen entgegen, so dass das flüchtige Amm getrieben wird. Von der unteren Colonne *b* tritt das Wasser durch das R dem Kalkgefäss *d* über, in welchem durch Zuführung von Kalkmilch das g Ammoniak frei wird. Die so behandelte Flüssigkeit gelangt dann durch d nach dem Schlammsacke *f* und von da durch Ueberlaufen über die einzelner der Colonne nach dem Ablaufe *g*. Umgekehrt tritt der zum Destilliren diener durch das mit Löchern versehene Schlangenrohr *h* unten bei der Treppenco steigt, durch die concentrischen Scheidewände *i* gezwungen, an der Colonne l durch die Rohre *k* in die Mantelrohre *l*, welche den Dampf zwingen, die Flüs Kalkkessel zu durchstreichen, und steigt dann durch *m* nach der oberen Colon er, mit den Ammoniakdämpfen gemischt, bei *n* verlässt. Somit kommt das abg

elches nur noch einen Theil des durch Kalk freigemachten Ammoniaks ent-
r Treppencolonne in innigste Berührung mit dem frisch zutretenden Dampfe

amentlich für kleinere Gasanstalten bestimmte Apparat von Gareis
enthält in den beiden Behältern *A* und *C* (Fig. 385 S. 432) die abzu-
e Flüssigkeit, während der Behälter *B*
noch aus dem Behälter *D* einen Zusatz
lch erhält. Der Behälter *A* wird durch
ier vom Roste *f* aus geheizt, die Rauch-
ichen durch das Rohr *n* in den Schorn-

Fig. 383.

Fig. 382.

Fig. 384.

e sich aus der in *A* befindlichen Flüssigkeit entwickelnden Gase und Dämpfe
ien in der Richtung der Pfeile die in *B* mit Kalkmilch versetzte Flüssig-
zen diese zum Sieden und ziehen dann in gleicher Weise durch das frische
wasser im Behälter *C*, um schliesslich durch Rohr *h* zu den Condensations-
gen zu gehen. Ist durch längeres Sieden aus der in *B* befindlichen Flüssig-
Ammoniak ausgetrieben, so wird durch Oeffnen des Hahnes *i* der Behälter *B*
ld alsdann, nach Wiederschliessen desselben, der Hahn *k* geöffnet, wodurch
befindliche Flüssigkeit unten in den Behälter *A* einströmt. Die hier befind-
sigkeit steigt in die Höhe, überfliesst den oberen Rand des Behälters *A* und
h in den Behälter *B*; hat dieser die erforderliche Menge Flüssigkeit auf-
, so wird der Hahn *k* geschlossen und alsdann durch Oeffnen des Hahnes *l*
alkmilch aus dem Behälter *D* in den Behälter *B* gebracht, als erfahrungs-

gemäss zur Aufschliessung des gebundenen Ammoniaks erforderlich ist. hälter *C* wird hierauf wieder mit frischer abzudestillirender Flüssigkeit aus e gestellten Behälter gefüllt, worauf das Abdampfen wieder von Neuem beg Wiederfüllung des Behälters *C* geschieht vortheilhaft langsam, innerhalb etwa zu dem Zwecke durchläuft das Gaswasser, bei *t* eintretend, langsam den Vo und kommt hierdurch in vorgewärmtem Zustande in den Behälter *C*. Durcl des Verschlussdeckels *o* ist je nach Bedarf eine bequeme Reinigung des B ermöglicht. Zur Reinigung des Behälters *B* dienen mehrere kleine Man Der Behälter *C* kann durch Abnahme des kleinen Kalkmilchbehälters *D* ge gereinigt werden. Die kleinste Sorte dieser Apparate verarbeitet in 24 Stun Gaswasser und erfordert hierbei zur Heizung nur 50 k Koksabfall.

Feldmann empfiehlt, das Gaswasser mit Kalk zu mischen, nun zu filtr Filterpressen oder dergl.) und die klare Flüssigkeit zu destilliren (J. 1885, 2 Verfahren bewährt sich. — Der von ihm vorgeschlagene Destillirapparat l einem Kalkkessel *A* (Fig. 386 bis 389) und einer Anzahl ringförmiger De *B B*[1]. Die Destillirflüssigkeit tritt bei *i* in die oberste Destillirzelle *B*, gel

Fig. 385.

Fig. 386 bis 389.

Ueberlaufrohre *h* auf die nächst unteren Zellen und tritt, von den flüchtigen A verbindungen befreit, durch das Rohr *k* in den Kessel *A*, welchem durch ei leitung im Untertheil *D* von *A* in bestimmten Zwischenräumen Kalkmilch wird, um das gebundene Ammoniak zu zersetzen. Durch eine mittels Zwe Unterraum *D* vertheilte Dampfeinströmung wird die Vermischung der Ammo keit mit der Kalkmilch bewirkt. Bei *l* tritt die Ammoniakflüssigkeit in di gelangt von hier durch Ueberlaufrohre in die darunterliegenden Zellen *B* un lich in die Sammelzelle *C* und verlässt den Apparat vollkommen abgetrie

e im Oberraum der Zelle *C* eingeführte Leitung wird der Dampf für die
n zugeführt, während die Destillationsproducte durch den Krümmer *n* ab-
rden (J. 1894).

Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Actiengesellschaft will
ascher in einer solchen Höhe über der Ammoniakblase anordnen, dass die
g ausgenutzte Kalkmilch freiwillig und ununterbrochen nach der Ammoniak-
ft, wobei stets dafür gesorgt werden muss, dass dem Wäscher bedeutend
alkmengen zugeführt werden, als zum Binden der Kohlensäure u. dgl. noth-
d. Hierdurch wird die bekannte Appa-
nung und deren Bedienung wesentlich
, da dieselbe bisher besonderer Vor-
, um den Inhalt der ausgeschalteten
n die Ammoniakblase zu entleeren, be-
us dem Behälter *B* (Fig. 390) fliesst der
blase *A* das zu verarbeitende Ammo-
zu. Die Destillate werden durch das
hr *m* in den Kalkwäscher *J* eingeführt
ort durch das Rohr *n* zum Kühler *C*.
äscher *J* erhält am unteren Ende seinen
Kalkmilch, während diese vermittels des
ohres *l* selbstthätig der Ammoniakblase
rt wird. Damit die Kalkmilch selbst-
Kalkwäscher *J* verlässt, ist dieser derart angeordnet, dass seine Ueberlaufrohr-
ich höher befindet als der Flüssigkeitsspiegel in der Destillirblase *A* (J. 1896).

Fig. 390.

Solvay (J. 1889) ist es wesentlich, Kohlensäure und Schwefelwasserstoff
gentlichen Destillation der Ammoniakwässer zu entfernen. Der hierfür be-
heideapparat bildet eine Säule *S* (Fig. 391), zusammengesetzt aus einer An-
einander
. Abthei-
bis b^4.
Abthei-
hält eine
bis c^4;
ge jeder
ist mit
benach-
btheilun-
aussen
uffen *w*
freier
. Jede
steht
nächsten
ch einen
bis d^4,
einer
bis e^4
st, sowie
nächst
theilung

Fig. 391.

durch ein Ueberlaufrohr f^4 bis f^1 in Verbindung. Die im eigentlichen De apparat A entwickelten flüchtigen Producte strömen durch das Rohr t ab, wel die Schlange c der untersten Abtheilung b leitet, durchströmen c in deren g dehnung, treten dann durch w in die Schlange c^1, aus dieser durch w^1 in c^2 u sie aus der obersten Schlange durch w^4 und l in den Condensator C gel welchem sie als concentrirte Flüssigkeit durch das Rohr s nach dem Behä fliessen. Der Condensator ist ebenfalls aus einer Anzahl über einander lieg theilungen g zusammengesetzt, deren jede mit der nächst unteren durch ein rohr verbunden ist, und welche sämmtlich von einer Schlange i durchzoge Von jeder Verbindung w bis w^3 kann man ein Rohr z abgehen lassen, um Schlangen gebildete Flüssigkeit nach einem Sammler u zu leiten, aus we z. B. durch v zugleich mit den zu destillirenden geschiedenen Ammoniakw den Destillationsapparat zurücktreten. — Das untere Fach der Schlange i s das Fallrohr n mit dem die Ammoniakwässer enthaltenden Behälter H in V Letztere sinken nun durch n in die Schlange i und steigen in dieser nach o sie sich unter Verdichtung der durch l einströmenden Dämpfe bez. Gase Die so auf geeignete Temperatur, etwa 40°, vorgewärmten Ammoniakwä oben aus der Schlange i durch das Steigerohr o in das Waschgefäss W über, aus der obersten Abtheilung b^4 des Scheideapparates durch m entweichend bez. Gase waschen und daraus alles Ammoniak, welches diese etwa noch aufnehmen, während sie deren ganzen Gehalt an Kohlensäure und Schwefel frei durch m^1 entweichen lassen. Aus dem Waschgefäss k sinken die Ammo durch das Fallrohr p in die oberste Abtheilung b^4 des Scheideapparates, erw hier an der Schlange c^4, fliessen durch das Ueberlaufrohr f^4 in die Abtheil langen hier durch die Berührung mit der Schlange c^3 einen noch höheren W fallen dann durch f^3 nach b^2 und darauf durch f^2 nach b^1, und endlich dur b, welches sie durch den Ueberlauf f verlassen, um durch die Leitung r b eigentlichen Destillationsapparat A überzutreten. Während ihres Durchga die Abtheilungen b^4 bis b^1 und b werden die Ammoniakwässer nach und nac immer höhere Temperatur gebracht. Die Entbindung von Kohlensäure und wasserstoff beginnt bereits in den obersten Abtheilungen $b^4 b^3$ und setzt s unteren Abtheilungen $b^2 b^1$ fort. In b und b^1 ist die Temperatur so hoch, da gleich mit den genannten Gasen auch Ammoniak entwickelt; da dieses al nach oben folgenden Abtheilungen durch Flüssigkeitssäulen streichen m Temperatur immer mehr abnimmt, so unterliegt es hier der Wiederverdic Wiederauflösung, während Kohlensäure und Schwefelwasserstoff sich n sondern als Gase im Apparat nach oben steigen. — Die in der untersten Al entbundenen Gase entweichen durch d^1 und b^1, wobei sie sich unter der Ha durch die in b^1 enthaltene Flüssigkeit hindurchdrängen müssen und hierdur bindung von Gasen aus dieser befördern, welche sie durch d^2 mit nach b^2 r die Haube e^2 den Gasstrom wiederum eine Flüssigkeitssäule zu durchstreich Hierbei gibt der Gasstrom einen Theil seines Ammoniakgehaltes wieder ab, gegen neue Mengen von Kohlensäure und Schwefelwasserstoff auf. Dies gänge wiederholen sich in den Abtheilungen b^3 und b^4, so dass die schliesslic abziehenden Gase nur noch Kohlensäure und Schwefelwasserstoff nebst eine Menge Ammoniak enthalten, die im Wascher W wieder gelöst wird. Die aus durch m^1 entweichenden Gase kann man gewünschten Falls noch einen zw Säure gefüllten Waschapparat durchstreichen lassen. — Die in X sich aufsa concentrirten Ammoniakwässer können, je nach dem Gange des Apparates, wollten Ammoniakgehalt erreichen; man kann nach Belieben eine kaustisch

ner Dichte von nahezu 1° oder selbst von noch geringerer Dichte bis zu 0° B., 20 bis 30 Proc. Ammoniak oder eine nur zum Theil caustische Flüssigkeit grösserer Concentration herstellen.

den Stickstoff in Torfkohle oder Koks möglichst in Ammoniak überhat man wiederholt versucht, das Glühen im Wasserdampfstrome fortzusetzen. ische Erfolg ist bis jetzt unbedeutend. (J. 1893, 383; 1896, 371; .)

stellung von Salmiakgeist aus Gaswasser. Nach Angabe der Anhaltische Maschinenbau-Actiengesellschaft (J. 1897) ents in einem Vorwärmer vorgewärmte, im Zersetzungsgefäss der Colonne mit andelte Gaswasser mit zugeleitetem und gespanntem Dampf ein Gas- und isch, welches wesentlich aus Ammoniak, Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, a und Wasserdampf besteht. Der grösste Theil des Wasserdampfes wird in s Zersetzungsgefäss aufgesetzten Colonne zu Wasser verdichtet und fliesst rem zurück. Das übrige Gasgemenge wird durch mit Kalkmilch gefüllte eleitet, welche die Wärme der Gase annimmt und in Gegenstrom zu denselben eringem Ueberschuss in solchen Mengen zugeführt wird, als zur Absorption nsäure nöthig wird. Der etwa aufgenommene Schwefel wird beim weiteren Kalkmilch durch Ammoniak und Kohlensäure, sowie die nach und nach höher Temperatur wieder flüchtig gemacht. Der kohlensaure Kalk gelangt nach ssen des ersten Wäschers (von der Colonne aus gerechnet) nach dem Unterolonnenapparates, wo das etwa aufgenommene Ammoniak wieder verflüchtigt ist also ausgeschlossen, dass von hier aus Schwefel nach dem Colonnenapparat ieben wird. Das von der Kohlensäure befreite Gasgemisch wird in einem kühlt und dann wieder durch Wäscher geleitet, welchen in Gegenstrom zu der des Gasgemisches mit geringem Ueberschuss kalte Kalkmilch zugeführt wird, Schwefel vollständig aufnimmt, so dass dem darauf folgenden Oelwäscher und nfiltern nur noch die Aufnahme des Empyreuma übrig bleibt. Die gleichfernung von Kohlensäure und Schwefel ist nicht vortheilhaft, da sie mit der nen Sicherheit nur unter Anwendung von grossem Ueberschuss an Kalk zu st.

anderen Angaben wird das Gaswasser mit 6 Proc. gebranntem Kalk versetzt, bei euer gekocht und das in dem Kessel enthaltene Rührwerk alle 10 Minuten einigemal ht, damit der Kalk nicht festbrennt. Die Ammoniakdämpfe ziehen, nachdem sie in m Kochkessel befindlichen Kühler die erste Abkühlung erhalten haben, in die Kalk-Man gibt in den ersten Wäscher z. B. 30 *l* und in die zwei anderen Wäscher je 20 *l* milch. Die Kalkmenge muss reichlich genug sein, um allen Schwefelwasserstoff in rn zurückzuhalten, damit die beiden Kohlenfilter lediglich das Empyreuma zurücke Niederschlags-Producte des dritten Wäschers müssen daher öfters auf Schwefel papier untersucht werden. Zeigt sich bei diesem Wäscher noch Schwefel, so muss satz verstärkt werden. Hilft auch dieses nicht, so müssen dieselben einen Eisenten, der aus Raseneisenstein hergestellt wird. Aus dem dritten Wäscher gelangen die ämpfe in die Kühlschlange. In dieser sollen alle Wasserdämpfe niedergeschlagen dass nur trockenes Ammoniakgas in die dann folgenden Filter eintritt. Die Kühlird mit kaltem Wasser gekühlt. Kühlt man zu stark, so werden die Ammoniak-den niedergeschlagenen Wasserdämpfen absorbirt und fliessen als Salmiakgeist in Wäscher; lässt man dagegen das Kühlwasser zu heiss werden, so strömen Wasserch die Schlange in die Filter, werden schliesslich in dem Absorptionsgefäss niederund ausserdem findet eine nachtheilige Einwirkung auf die Reinheit des Fabrikates tt, dass Stoffe, die in den Filtern zurückgehalten werden sollen, durch dieselben hin-. — Im Anfang der Kochung ist eine Wärme von 30°, die nach und nach auf 40° , angemessen. — Aus der Schlange treten die Ammoniakdämpfe in die beiden Filter. in einiger Entfernung über dem Boden einen durchlochten Boden, auf welchem gut Holzkohlen in Stücken von Wallnussgrösse gepackt werden. In diesen Filtern

wird die letzte Feuchtigkeit und das Empyreuma zurückgehalten. Zur Erzielung ein
Waare empfiehlt es sich, beide Filter mit Holzkohlen zu beschicken und die Füllung
Filters längstens nach der zehnten Kochung zu erneuern. Das zweite Filter hält
Kochungen aus. Die gesättigte Kohle wird in einer Retorte ausgeglüht und kann da
benutzt werden. In einigen Anstalten füllt man das erste Filter mit ausgeglühtem
Kalkmilch abgelöschtem Koks, hier und da auch mit Kieselsteinen u. dgl. Aus de
gelangen die Ammoniakdämpfe in den bis zur Hälfte mit destillirtem Wasser gef
sorptionsapparat. (J. 1895.)

Ammoniak aus gefaultem Harne. Bei der Fäulniss des Harnes geht der CH_4N_2O, unter Wasseraufnahme in Ammoncarbonat über. Der gefaulte Harn wird benutzt, so z. B. zum Entschweissen der Wolle und zum Entfetten des Tuches, Destillation unterworfen. Das Destillat nennt man Harngeist. Zur Destillation Figuera in dessen Fabrik zu Bondy bei Paris einen Dampfkessel, dessen Dampf in zv Eisenblechcylinder strömt, die mit gefaulter Gülle angefüllt sind. Das Verfahren hat sehr geringe Bedeutung.

Ammoniak aus Knochen. Durch trockene Destillation von Knochen, H von Pferden und Rindvieh, Hornspäne von Horndrehern), der Abgänge von Häuten (Kopf- und Fussenden aus den Gerbereien), des Fleisches gefallener Thiere u. dgl., zer die organische Substanz und bildet Ammoncarbonat, Wasser, Cyan- und Schwefelam Thieröl, welches Pyridin, C_5H_5N, Picolin, C_6H_7N, Lutidin, C_7H_9N und Collidin, C_8H_1 enthält. Das Ammoncarbonat setzt sich zum Theil in den Kühlgefässen im festen Zu sog. Hirschhornsalz *(sal cornu cervi)* ab, oder bleibt zum Theil in der wässerige keit gelöst (Hirschhorngeist).

Ammoniak als Nebenproduct der Rübenzuckerfabri Beim Kochen des mit Kalkmilch versetzten Rübensaftes entwickelt sich A welches man zuweilen auf Ammonsulfat verarbeitet. — Bei der Verarbei Rübenmelasse auf Spiritus und Schlempe (Vinasse) liefert letztere nach fahren von Vincent auch Ammoniak. Eine Fabrik in Courrières lieferte aus densationswässern von der Rübenschlempe jährlich 480 t Ammonsulfat (ne Methylalkohol) (J. 1882). Führt man über die bei der Melasseentzuckerun gebende Abfalllauge, welche bis zu etwa 30° B. eingedampft und mit poröse z. B. granulirtem Koks, gemischt ist, einen Luftstrom, der eine geringe Menge dampf enthält, unter gleichzeitiger Zuführung allmählich gesteigerter Wärme, s die Ammoniakentwickelung gegen 100°; dieselbe ist bei 150° schon sehr bet und bei 300° werden bereits mehr als 50 Proc. der Stickstoffverbindungen in A übergeführt. Bei steigender Temperatur bildet sich auch aus den schwerer zer Stickstoffverbindungen Ammoniak und bei etwa 500° ist die Zersetzung prak endet (J. 1899, 383). — Melasseschlempe soll mit Bauxit gemengt u reichliche Mengen Ammoniak liefern (J. 1894, 463; 1896, 371; 1898, 441).

Technisch wichtige Ammoniaksalze. Der Salmiak (Ch nium, salzsaures Ammoniak), NH_4Cl, kam in früherer Zeit aus Aegypten, wel 13. Jahrhundert an bis zur zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts ganz Eu Salmiak versorgte [1]).

Salmiak wird meist durch Neutralisation des Gaswassers mit Salz wonnen. Der Rohsalmiak wird sublimirt. Die Sublimation geschieht eisernen flachen Kesseln *w* (Fig. 392), die inwendig mit feuerfesten Steinen a sind. Nachdem der Salmiak in den Kessel eingetragen ist, wird erwärmt, bis Salmiak alles Wasser ausgetrieben worden ist. Darauf legt man Deckel aus *F*, *G* und *H* auf, welche die Gestalt eines Uhrglases haben. Diese Deckel la mittels der Rollen und Gewichte *B*, *C* und *D* heben und senken. Die Tempe

1) Man bereitete den Salmiak in Aegypten durch Verbrennen des Kameelmistes selbe als Brennstoff dient. In Europa stellte man zuerst Salmiak durch trockene D der Oelkuchen und aus dem beim Brennen der Pechkohle sich bildenden Russ dar. Salmiakfabrik Deutschlands war die der Gebr. Gravenhorst in Braunschweig (1759)

:r Sorgfalt zu regeln. Wenn der sublimirte Kuchen eine Dicke von 6 bis
eicht hat, unterbricht man die Sublimation, entfernt die erhärtete Masse aus
el und befreit sie mittels eines Hobels von anhängenden Unreinigkeiten. Eine
Sublimiröfen befindliche Trockenvorrichtung, welche mit Hilfe des Schiebers
Vorrichtung *A* verschlossen werden kann, dient zum Trocknen des zu subli-
Salmiaks.

ıg geschieht das Sublimiren des Salmiaks auch in Töpfen oder in Glaskolben.
limirende Salmiak wird mit 20 bis 30 Proc. seines Gewichtes gepulverter Thierkohle
ıd das Gemisch in einer erhitzten Schale aus Thon oder aus Blei bis zur staubigen
ɪrwärmt und dann in die Sublimirgefässe gebracht.
im Handel vorkommende Salmiak ist entweder sublimirt oder krystallisirt.
ildet meist meniskenähnliche Scheiben von 5 bis 50 k Gewicht, welche weiss und
ıend, fettglänzend, klingend und aus faserigen und splitterigen Schichten gebildet
vöhnlich sind sie aus mehreren Schichten gebildet. Der meiste Salmiak kommt jetzt,
krystallisiren gereinigt, in feinen Krystallen in den Handel.
iak verwendet man beim Verzinnen und Verzinken des Kupfers, Eisens und Messings,
ı Löthen. Ausserdem dient derselbe in der Zeugdruckerei, der Farbenfabrikation,
llung von Eisenkitt (1 Th. Salmiak, 2 Th. Schwefel und 50 Th. Eisenfeilspäne), von
miakgeist, Ammoncarbonat und anderen Ammoniakpräparaten.

Ammonsulfat, schwefelsaures Ammonium, $(NH_4)_2SO_4$, findet sich in der
kleiner Menge in dem Mineral Mascagnin, in grösserer Menge neben der
in Mittelitalien. Von den in der Grossindustrie dargestellten Ammoniaksalzen
ulfat gegenwärtig eine ganz überwiegende Bedeutung. Sein Verbrauch hat für
zwecke gewaltig zugenommen. Man erhält es, wie S. 432 besprochen, durch

Fig. 392.

Fig. 393.

ı von Ammoniak und Ammoncarbonat in Schwefelsäure. Es wird z. B.
ık durch Rohr a^1 b (Fig. 393) in die Säure im Sättigungskasten c geleitet. Da
dieses Vorganges Gase, namentlich Schwefelwasserstoff, entweichen, ist inner-
Kastens c über dem Zuführungsrohr b eine unten offene Glocke d angeordnet,
die Gase aufnimmt und durch ein Rohr d^1 und Apparat d^2 nach einem Kamin
ıin abführt. Statt nun gegen Ende der Sättigung das gebildete Salz durch
oder Fortkratzen zu entfernen, soll man nach Sauer von der ausserhalb der
m Kasten c sich befindenden Säure etwas durch einen Trichter e in die Glocke
so dass diese noch ungesättigte Säure sich mit der innerhalb der Glocke befind-
ermischt, bis die Sättigung der gesammten Säure erreicht ist. Wenn die sämmt-
ure neutralisirt ist, so wird die Base in einen zweiten Apparat durch Rohr a^1
nachdem Hahn a^2 geschlossen worden. Das Salz im Kasten c wird ausgeschöpft
der verbleibenden Mutterlauge neue Säure gegeben. Hierauf kann nach Be-
g der Arbeit im zweiten Apparat die im ersten wieder aufgenommen werden und

dieser Wechsel sich beständig wiederholen (J. 1893). Die meist braungefärbten lassen sich durch Wiederauflösen, Filtriren der Lösung durch Thierkohle und siren reinigen, oder dadurch, dass man die Lösung bis zur Krystallisation bring aus der Flüssigkeit während des Abdampfens sich abscheidenden Krystall krückt, abtropfen lässt und trocknet. Es findet ausgedehnte Anwendung in d fabrikation und als Düngemittel [1]).

Das Ammoncarbonat des Handels ist ein Gemisch von Ammonbicar carbaminsaurem Ammoniak. Es wurde früher direct aus den Producten der Destillation der Knochen, jetzt aber durch Sublimiren eines Gemenges von mit Kreide (oder Baryumcarbonat) gewonnen. In die Sublimirgefässe bri ein Gemenge von 4 Th. Kreide, 4 Th. Ammonsulfat und leitet wäh Sublimation Kohlensäure ein. Oder durch Zusammenführen von Ammo Kohlensäure.

Das Ammoncarbonat bildet in frisch sublimirtem Zustande eine weisse krystalli durchscheinende Masse, die an der Luft unter Aufnahme von Wasser Ammoniak abgi durch oberflächlich in Ammonbicarbonat, $NH_4 . HCO_3$, übergeht; letzteres gibt sich als von weissem Krystallmehl zu erkennen. Seines stechenden Geruches wegen führt d saure Ammoniak den Namen Riechsalz. Das reine Ammoncarbonat wird in der Zu Lebkuchenbäckerei zum Auftreiben des Teiges angewendet. Das Ammonbicarbonat s gesättigter Kochsalzlösung das Natrium als Natriumbicarbonat nieder; auf diese Reactio sich das unter dem Namen Ammoniaksodaprocess (s. d.) bekannte Verfahren de Darstellung von Soda aus Kochsalzlösung.

Zur Gewinnung des Ammoniumperchlorats geht man von d löslichen und daher zu Reactionen mit doppelter Umsetzung besonders g Natriumperchlorat aus und behandelt die concentrirte Lösung dieses Salzes mit centrirten Lösung eines in Wasser sehr leicht löslichen Ammoniumsalzes, Ammoniumperchlorat ausfällt. Zur Umsetzung mit Natriumperchlorat wird da niumnitrat verwendet, wodurch die Verunreinigung des ausfallenden Ammo chlorats durch fremde Salze vermieden wird. Eine concentrirte Lösung von perchlorat wird mit Ammoniumnitrat oder mit einer stark concentrirten Am nitratlösung (75 bis 77 Th. Ammoniumnitrat auf 213 Th. Natriumperchlorat) b Durch diese Behandlung schlägt sich das Ammoniumperchlorat in Form von se Kryställchen nieder, welche man mit Hilfe eines Centrifugalfilters oder anderer g Vorrichtungen auspresst. Hierauf wird das so erhaltene Perchlorat aus heissen umkrystallisirt (J. 1899).

Das Ammonnitrat, salpetersaures Ammon, $NH_4 . NO_3$, wird durch U aus Ammonsulfat und Kaliumnitrat (oder Baryumnitrat) erhalten, wobei aus der keit zuerst Kaliumsulfat sich abscheidet und das in der Flüssigkeit bleibende nitrat durch Abdampfen und Krystallisirenlassen der Lösung gewonnen wird. werden 17 Th. trockenes Natriumnitrat und 13 Th. Ammoniumsulfat in einer unter Luftverdünnung auf 200 bis 230° erhitzt. Ammoniumnitrat destilli (J. 1893, 386; 1898, 331.) Beim Auflösen in Wasser bewirkt es eine be Temperaturabnahme (Gefriersalz). Beim Erhitzen zerfällt es in Stic (Lachgas) und Wasser ($N_2O + 2 H_2O$). Neuerdings dient es vielfach zur He verschiedener Sprengstoffe.

---

1) Der Düngewerth der Ammoniaksalze ist nach Versuchen von Harz l meist angenommen wird. Die meisten Pflanzen: Hirse, Gerste, Reis, Buchweizen, l klee, Erbsen gedeihen entschieden besser bei der Ammoniakdüngung als bei der mit S Mais und Hafer verhielten sich umgekehrt. Weizen und Gerste stehen in der Mitte, der neigt mehr zum Ammoniak, die Gerste mehr zur Salpeternahrung hin (J. 1887, Deutschland führte im J. 1890 noch 29 000 t Ammonsulfat ein.

Herstellung von Ammoniumnitrit setzt man zu 1 bis 2 k Arsenig-
drid 150 bis 200 cc eines Gemisches gleicher Raumtheile Wasser und 66proc.
ure, erwärmt, lässt, wenn rothe Dämpfe auftreten, weitere Antheile der Säure
inzutropfen und erhält so einen gleichmässigen, reichliche Mengen Stickoxyd
en Gasstrom. Diesen befreit man von mitgerissener Salpetersäure und leitet
n einen mit grob gepulvertem Ammoniumcarbonat gefüllten Cylinder; 200 g
es werden so in 24 bis 36 Stunden in Ammoniumnitrit verwandelt. Man
Reductionsproduct mit absolutem Alkohol auf, fällt die durch Eiswasser ge-
sung mit Aether, wäscht das ausgeschiedene Salz mit Aether, trocknet es
mit Schwefelsäure und reinigt es dann durch nochmaliges Auflösen in Alkohol
mit Aether (J. 1894).

Chlornatrium und Salinenwesen.

kommen. Das Kochsalz, Salz, Chlornatrium, NaCl, findet sich besonders
hland in gewaltigen Mengen als Steinsalz (S. 450), ferner aufgelöst im
er und als Salzsoole.

enhafte Steinsalzlager finden sich in den Tertiärgebilden der Karpathen bei Wieliczka,
Laczko, Stebnik u. s. w., in der südlichen Abdachung in der Marmaros (Szlatina,
und Sugutag) und in Siebenbürgen (Désakna, Torda, Parajd, Maros-Ujvar und
in der Kreideformation bei Cardona in der spanischen Provinz Catalonien; in den
ayerns, ferner in Salzburg, Steiermark und Tyrol sind die Salzlager von Berchtes-
l, Hallein, Aussee, Hallstadt, Ischl u. s. w. In der Triasformation kommen wichtige
or im Teutoburger Walde, in Württemberg, in Sperenberg bei Berlin und Provinz
Beachtenswerth ist das gleichzeitige Vorkommen von Salz und Erdöl bei Peine
), in den Alpen, den Karpathen, im asiatischen Russland, in Syrien, Persien und am
in Afrika und Amerika. Oft findet sich das Steinsalz auch mit Thon oder Mergel
nd bildet dann den Salzthon und das Haselgebirge. (Vgl. S. 450.)
ser, welches in die Tiefe dringt, löst Salz auf, führt es auf die Oberfläche und bildet
uellen, Salzsümpfe und Salzseen, aus denen durch allmähliche Verdampfung das
vieder abscheidet; damit steht auch das Vorkommen des Kochsalzes als Efflorescenz
Boden der Salzsteppen (Steppensalz, Wüstensalz, Erdsalz) in Zusammenhang. Be-
alzseen sind der Eltonsee in der Nähe der Wolga, das Todte Meer und der Salzsee in
chsalz findet sich ferner in den Polargegenden auf den Eisflächen in Körnern ab-
, wo es den Namen Rassol führt.

chsalz aus Meerwasser. Das Meerwasser der verschiedensten Gegenden
esentlich dieselben Bestandtheile, deren Menge durch den Untergrund des
durch die Verdünnung des Meerwassers an den Küsten und Mündungen der
rch Flusswasser u. s. w. bedingt wird. (Vgl. S. 357.)

nfolgende Tabelle gibt z. B. unter I die Analyse des Mittelmeerwassers zwischen
d Frankreich (15. Mai 1870), II die des von Worthing, eine englische Meile von der
Juli 1869), III desgleichen von 59° 34′ nördl. Br. und 7° 18′ westl. L., IV schliess-
urchschnittswerthe von 23 Analysen (Milligramm im Liter):

	I	II	III	IV
ganischer Kohlenstoff	1,95	1,94	6,47	2,78
ganischer Stickstoff	0,88	2,07	1,34	1,65
nmoniak	0	0,02	0,22	0,06
ckstoff als Nitrate und Nitrite	0,26	0,05	0,30	0,33
sammtstickstoff	1,14	2,14	1,82	2,04
lor	21875	19962	20281	19756
sammtrückstand	42885	39460	40740	38987
ränderliche Härte	41,6	57,0	56,6	39,1
sammthärte	620,0	813,4	711,2	637,6
mperatur	—	18,1°	12,2°	—

Das in den verschiedenen Meeren aufgelöste Salz ist, wie folgt,
gesetzt:

		Kaspisches Meer	Schwarzes Meer	Ostsee	Nordsee durchschnittl. von 7 Stellen	Mittell. Meer durchschnittl. von 3 Stellen	Atlant. Ocean durchschnittl. von 3 Stellen
Feste Salzmasse, Proc.		0,63	1,77	1,77	3,31	3,37	3,63
Die gelösten festen Bestandtheile enthalten in 100 Th.	Chlornatrium	58,25	79,39	84,70	78,04	77,07	77,03
	Chlorkalium	1,27	1,07	—	2,09	2,48	3,89
	Chlorcalcium	—	—	—	0,20	—	—
	Chlormagnesium	10,00	7,38	9,73	8,81	8,76	7,86
	Bromnatrium und -Magnesium	—	0,03	—	0,28	0,49	1,30
	Calciumsulfat	7,78	0,60	0,13	3,82	2,76	4,63
	Magnesiumsulfat	19,68	8,32	4,96	6,58	8,34	5,29
	Calcium- und Magnesiumcarbonat	3,02	3,21	0,48	0,18	0,10	—
	Stickstoffh. und bituminöse Substanzen	—	—	—	—	—	—

Man erhält das Kochsalz aus dem Meerwasser in sogen. Salzgärten d
dunstung; mit Hilfe von Frost oder mit Hilfe von Brennstoff.

Meersalinen[1]) gibt es in Europa am Atlantischen Ocean (Frankreich
Portugal) nur bis zum 48⁰ nördl. Breite, ferner wird Meersalzgewinnung
meere betrieben und in Südrussland (J. 1893, 394). Die in den Salzgärten ve
Mutterlauge wird auf Chlorkalium (vgl. S. 456), Glaubersalz und Magnesia
arbeitet, nach einem Verfahren, welches ursprünglich von Hermann in S
herrührt, in Frankreich von Balard eingeführt und von Usiglio und M
bessert wurde. (J. 1865, 296.)

Bei der Meersaline Giraud in Südfrankreich z. B. sind nach G. L
Verdunstungsbehälter so angelegt, dass sie sich concentrisch um einen grossen,
in der Mitte des Teiches befindlichen Behälter, die „Cuvette" gruppiren, w
gleich die tiefste Stelle einnimmt. Dieser Teich von etwa 1250 ha Oberflä
von vorn herein eine für den Zweck einer Saline sehr günstige Beschaffenheit
einen thonigen Boden, der fast ganz wagrecht lag und nur eine schwache Neig
die Mitte hin besass, so dass man ihn ohne alle Schwierigkeit durch niedrige
mauern in einzelne Behälter theilen und diese so ausdehnen konnte, dass da
ersten Sammelteiche, dem „Étang de la Galère", stammende Wasser sich nach
von den am Rande gelegenen Behältern in den ein wenig tieferen Mittelbeh
Cuvette, begibt. Hierbei concentrirt sich das anfangs 3,6⁰ B. zeigende Meerw
lässt dabei von 16⁰ B. ab erhebliche Mengen von Gyps fallen, welche nac
Jahren immer wieder entfernt werden müssen. Man regelt die Speisung
grossen Pumpe so, dass die durch Verdunstung entstehende Soole, wenn si
Cuvette angekommen ist, schon 25⁰ B. zeigt. Man kann rechnen, dass 1

1) J. 1881, 199; 1883, 290; 1889, 399; 1891, 344.

jetzt auf 102 l concentrirt hat und dass dieser Process, der im Mai anfängt, chnitte bei günstigem Wetter 150 Tage dauert. Mehr noch als durch iin wird die Schnelligkeit der Verdampfung durch den Mistral (Wind) be- ier dessen Herrschaft oft täglich 1 cm Wassertiefe verdunstet, d. h. auf 1500 ha m Wasser.

ler sogen. Cuvette fliesst die Soole von 25° B. durch einen Kanal nach den der Anlage gelegenen Aussalzbehältern oder Salzbeeten (tables salentes), n diese durch eine Pumpe gehoben werden. Diese Salzbeete sind auf einer geneigten Fläche angelegt, so dass jedes einzelne derselben für sich einen wagrechten Boden hat, immerhin aber ein ganz langsames Fliessen der Soole, ch zuerst in den höchst gelegenen Behälter eintritt, durch die ganze Reihe hindurch bewerkstelligt werden kann. Sie sind aus fest gewalztem und ge- Thone 140 m lang und breit, 30 cm tief hergestellt. Die Ränder bilden ege, welche an den nöthigen Stellen durchbrochen sind, um die Behälter mit Verbindung zu setzen, unter Regelung mit einfachen Holzschützen. 4 Reihen tück bedecken eine Oberfläche von 60 ha. Diese Anlage dient zur Concen- Soole von 25 auf 27° B., was sich vollzieht, indem sie in einer Schicht von fe langsam durch die ganze Reihe der Behälter hindurchfliesst. Während wird der Strom unterbrochen, weil da die Verdunstung zu unbedeutend ist. B. an beginnt die Ausscheidung von Kochsalz und bis 27° B. fällt dieses rster Güte aus. Im Durchschnitte kann man bei guter Jahreszeit täglich auf idung einer Schicht Salz von 1 mm Dicke rechnen, entsprechend einer Ver- on 6 bis 7 mm Wasser. Solches Salz erster Güte findet sich also zu Ende szeit in allen Behältern dieser Reihe und zwar liefert 1 ha eine 30 bis 55 mm icht im Gewichte von über 800 t, die 60 ha somit etwa 50000 t Salz. Salzbeete erfordern zu ihrer Bedienung nur 2 Arbeiter, so dass das Salz, klich herausgenommen wird, fast nichts kostet. Die Verdunstung auf den dauert etwa 50 Tage und die Ernte des Salzes beginnt gewöhnlich Anfang Sie dauert 4 bis 5 Wochen. Man lässt hierzu die Mutterlaugen, welche noch ältern stehen, durch Tieferstellen der Schützen schnell nach dem Orte ab- welchem sie für weitere Verarbeitung weggepumpt werden. Die zurück- Salzschicht wird von den Arbeitern in Haufen (gerbes, javelles) von 7 bis 8 t gehäuft, einige Tage abtropfen gelassen und dann diese auf den Salzhaufen Diese (tas de sel, camelles) sind durch Bohlen begrenzt, haben unten eine 18 m, eine senkrechte Seitenhöhe von 1,35 m und darüber aufsteigend eine von 6,15 m Pfeilhöhe, also im Ganzen 7,5 m Höhe. Da die Entleerung der und Aufschichtung des Salzes nur 40 Pfennig für 1 t kostet, so werden die nicht bedeckt, um den Regen abzuhalten, weil dies mehr kosten würde als 7 Proc. des Salzes im Jahre betragende Verlust durch Regenwasser, um so urch auch noch die Güte des Salzes durch Auswaschen des Chlormagnesiums d.

Iutterlauge von 27° B., von welcher aus 1 cbm Meerwasser 64 l bleiben, con- n in einem besonderen Systeme von wiederum 60 ha Flächenraum, aber mit be- ineren Beeten als das vorige, durch Sonnenwärme bis auf 35° B. 15 ha Bodenfläche Concentration von 27° auf 28,5° wobei Salz 2. Güte fällt; 27 ha zur Concentration uf 31°, wobei Salz 3. Güte fällt; 10 ha zu der von 31° auf 32,5°, wobei man Salz ommt. Wie die folgenden Analysen zeigen, wird dieses Salz immer ärmer an Chlor- l reicher an Magnesiumsulfat; es dient in anderen Salinen als Fabrik-, Vieh- und vird aber in Giraud weggeworfen und zu Ende der Betriebszeit in den Behältern selbst elöst. — Nach J. Naville hatte das Salz einer in der Nähe von Giraud gelegenen ng de Berre) folgende Zusammensetzung:

	1. Speisesalz Absatz von 25 bis 27° B.	2. Salz für die Fabriken von 27 bis 29° B.	3. Salz zum] salzen (Pöke 29 bis 32,5°
$CaSO_4$	1,115	0,621	0,440
$MgSO_4$	0,221	0,506	0,612
KCl	—	Spur	0,122
$MgCl_2$	0,100	0,377	1,300
Unlöslich	0,050	0,030	0,050
H_2O	1,400	4,201	5,758
NaCl	97,100	94,212	91,217
	99,986	99,947	99,499

Endlich dienen noch 7 ha zur Verdunstung von 32,5° auf 35° und hier setzen s Sels mixtes, ein Gemenge von Chlornatrium mit beinahe seinem Aequivalente an sulfat ab, welches in der Fabrik zur Verarbeitung kommt. Die jetzt noch bleibende wird in grosse, aus Cementbeton erbaute Behälter von 2 ha Oberfläche und 4 m Tie wo sie über den Winter bleibt und dabei, wenn die Temperatur bis auf nahe +12° krystallisirtes Bittersalz absetzt. Sinkt die Temperatur unter 12°, so krystallisirt sch mit aus; man lässt daher im strengen Winter eine Schicht süssen Wassers auflaufen, mit der Mutterlauge nicht mischt und dieselbe vor weiterer Abkühlung bewahrt. deren Grädigkeit durch das Auskrystallisiren des Magnesiumsulfates von 35° auf 33° kommt zur weiteren Verarbeitung in die Fabrik; von 1 cbm Meerwasser sind jetzt nu Lauge übrig geblieben.

Die von Balard angegebene, von Merle (J. 1868) und Pechiney (J. 1880) Verarbeitung der Laugen ist namentlich in Bezug auf die Sels mixtes vervollkom halten dieselben nicht so viel schwefelsaures Magnesium, als der Gleichung 2NaCl + Na_2SO_4 + $MgCl_2$ entspricht, so wird Bittersalz, im entgegengesetzten Falle wird K gesetzt. Man löst das Gemisch zu einer Stärke von 30° B. auf, so weit diese Lösun der Entwässerung des Glaubersalzes schon fertig erhalten wird, und kühlt diese Flü einer Carré'schen Eismaschine auf 6° ab. Die Umsetzung der Lösung von K Magnesiumsulfat in eine Lösung von Chlormagnesium und in Glaubersalz, das si krystallisirtem, schlammigem Zustande ausscheidet, geht leicht in dem ersten Kast Das Glaubersalz wird ausgeschleudert und kommt dann zu der erwähnten Entwäss Zusatz von 45 Proc. Sels mixtes und Erwärmen auf 80°, wobei wasserfreies Sulf Diese Reaction vollzieht sich nur oberhalb einer Temperatur von 33°, weshalb die bis zuletzt nicht unter diesen Punkt gehen darf. Man schleudert den noch warm und wäscht mit etwas Wasser nach, worauf (immer noch bei einer Temperatur vo ein Sulfat mit nur 4 Proc. Wasser und fast völlig frei von Magnesiumsalz erhalten entstehende Lösung der Sels mixtes ist ja gerade die, welche man sonst machen sie durch Abkühlung wieder wie oben in Glaubersalz und Chlormagnesium umzuset die ganze Operation der Entwässerung so gut wie gar nichts kostet. Ein Auflösu von 2 m Durchmesser und 1,3 m Höhe und eine kleine Schleuder bilden den ganzen Darstellung von täglich 13 t Sulfat.

Um aus den Mutterlaugen, welche während des Winters Bittersalz ausgeschie Chlorkalium als Carnallit auszuscheiden, verdampft man die Mutterlauge in einem schen Ofen mit zwei Flügelwellen bis zu dem Punkte, wo sie schon in der Hitze Salz au beginnt. Sie zeigt dann 34° B., heiss (bei 80°) gemessen. Vor dem Eintritte in de die Lauge in Schlangenröhren durch heisse Carnallitlauge vorgewärmt. Andererseits als Nebenproduct erhaltene Chlormagnesiumlösung in gewöhnlichen flachen Salzp 40° B., heiss gemessen, ab und lässt dann beide Laugen gleichzeitig in einen klein Mischkessel laufen, so dass aber jedenfalls ein Ueberschuss von Chlormagnesium vo Das Gemisch wird unmittelbar durch eine Kreiselpumpe in einen grossen, etwa Cylinder mit kegelförmig zulaufendem Boden gepumpt, in welchem sich noch in de erhebliche Menge von Chlornatrium und Magnesiumsulfat als Sels mixtes absetz Löslichkeit durch den Ueberschuss von Magnesiumchlorid selbst in der Hitze zu gerin ist. Dieser Salzschlamm wird durch ein Brecherwerk aus dem kegelförmigen Boden herausgehoben, abtropfen gelassen und mit den Sels mixtes der Salzbeete verar von Salzschlamm befreite heisse Lauge enthält noch alles Kalisalz, welches aber bei in Form von Carnallit herauskrystallisirt, wenn man die Lauge hintereinander du Blechkästen fliessen lässt, in welchen kalte Mutterlauge aus dem Winterbehälter in röhren den entgegengesetzten Weg macht und dadurch zur Abdampfung in Porion's vorgewärmt wird. Das meiste Chlormagnesium bleibt in der Mutterlauge, die man

mpfen concentrirt und von Neuem zum Ausfällen des Kalisalzes gebraucht, zum ortlaufen lässt.

entstehende Carnallit ist ein feiner Schlamm. Es genügt, ihn mit einer zu seiner ungenügenden Menge Wasser zu verrühren, um ihn zu spalten, wobei das Chlor-n Lösung geht und das Chlorkalium in fester Form zurückbleibt. Der rohe, 20 Proc. ltende Schlamm wird zuerst mit der bei der zweiten Operation entstehenden Lauge dadurch theilweise zersetzt, so dass der Chlorkaliumgehalt des festen Rückstandes kommt. Die dabei entstehende, natürlich an Kali ziemlich reiche Lauge dient thigen Eindampfen in dem Porion'schen Ofen von Neuem zum Fällen von Car-s ihr eigener Kaligehalt nicht verloren geht. Der 40proc. Rückstand wird nun ein jetzt aber mit frischem Wasser verrührt und dadurch, je nach dem Verkaufszwecke, 2 Proc. Chlorkalium gebracht, während die entstehende Lauge zu der erwähnten ie des rohen Carnallits dient. — Verarbeitung in Giraud:

Seewasser 3,6° B.

rdunstet, gibt Confervenfilz; bei 16° B. Gyps; bei 26 bis 27° B.:

alität uf | 1 b) Mutterlauge allmählich auf 32,5° B. verdunstet, gibt:

bis IV a Qualität, öst und ins Meer assen. | 2 b) Mutterlauge auf 35° B. verdunstet, gibt:

a) Sels mixtes werden auf 0 B. aufgelöst, Zusammen-tzung corrigirt, auf — 6° gekühlt, zusammen mit der Lösung 5 b geben: | 3 b) Mutterlauge, kühlt sich im Winter im Reservoir auf + 12° ab und gibt

ubersalz bei 80° ge-45 Proc. sels mixtes 7 b) gemengt, heiss leudert, gibt: | 4 b) Mutterlauge, unreines Chlormagnesium, geht ins Meer zurück.

es t m | 5 b) Lösung von sels mixtes, wieder mit 3 a zusammen abgekühlt.

6 a) Bittersalz, theils verkauft, theils zur Correction von 3 a benutzt | 6 b) Mutterlauge von 33° B. (kalt), vorgewärmt durch 7 b, dann im Porion-Ofen auf 34° B. (heiss) verdampft, gemischt mit $MgCl_2$-Lösung von 8 b, die auf 40° B. (heiss) verdampft ist, gibt noch heiss:

7 a) Sels mixtes, werden zugleich mit 3 a oder bei 4 a verwendet. | 7 b) Mutterlauge, wird durch die kalte Lauge 6 b in Röhren abgekühlt, liefert:

8 a) Rohen Carnallit mit 20 Proc. KCl, verrührt mit Lauge 10 b, gibt: | 8 b) Mutterlauge, theils auf 40° B. verdampft und mit 6 b vermischt, theils ins Meer zurück, theils auf Brom zu verarbeiten.

9 a) Zwischenproduct mit 40 Proc. KCl, verrührt mit frischem Wasser, gibt: | 9 b) Lauge, enthaltend viel $MgCl_2$ und wenig KCl, wird mit 6 b im Porion-Ofen verdampft.

10 a) Chlorkalium von 65 bis 82 Proc. zum Verkauf. | 10 b) Lauge, wird zum Waschen von 8 a verwendet.

ti (J. 1893) untersuchte Seesalz von Fochis (Griechenland), Italien, Odessa und

	Fochis	Italien	Odessa I	Odessa II	Astrachan I	Astrachan II	Astrachan III
. . . . .	94,28	94,45	96,50	96,49	97,81	96,55	97,07
₄ . . .	0,70	0,84	1,74	1,75	1,75	0,60	1,86
₄ . . .	0,22	0,33	0,04	0,03	—	0,02	—
. . .	0,54	0,76	0,05	0,09	0,03	0,19	0,39
. . . .	4,01	3,45	1,20	1,08	0,45	2,47	1,63
lich . .	0,04	0,14	0,26	0,38	0,03	0,06	0,14

urch Frost lässt sich aus dem Meerwasser das Kochsalz gewinnen, da eine Kochsalz bei einer Temperatur von einigen Graden unter dem Gefrierpunkte des spaltet in fast reines gefrierendes Wasser und in eine flüssigbleibende, reich-le.

t Hilfe von Brennstoff aus dem Meerwasser dargestellte Kochsalz wird in der esonders zu Avranchin, in den sog. Laverien gewonnen. Man benutzt dort den Sand an der Meeresküste, um das Seewasser mit dem darin enthaltenen Salze zu as so erhaltene salzreiche Seewasser wird darauf abgedampft.

Zu Lymington an der Küste von Hampshire, so wie auf der Insel Wight w wasser durch natürliche Verdampfung etwa bis zu $^1/_6$ des ursprünglichen Volumens und die erhaltene Soole in gewöhnlicher Art in Pfannen verdampft. An der Ostkü gestattet es der niedrige Preis der Steinkohlen, das Meerwasser durch unmittelbar auf Kochsalz zu benutzen, ohne es vorher durch Verdunstung zu concentriren.

Aus den Salzseen scheidet sich während der heissen Jahreszeit Salz mit grossen Mengen ab, dass es wie eine Kruste den Boden bedeckt. Der Eltonsee jährlich auf diese Weise etwa 20 000 t Salz. Grosse Mengen Salz werden ferner a Lake in Utah gewonnen. —

Die Gewinnung des Steinsalzes geschieht bergmännisch. Die setzung des Steinsalzes zeigt sich aus folgenden Analysen:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Chlornatrium . . .	90,23	99,85	99,93	91,78	98,14	99,
Chlorkalium	—	—	—	—	Spur	0,
Chlorcalcium	—	Spur	—	0,25	—	0,
Chlormagnesium . .	0,45	0,15	0,07	0,09	—	—
Calciumsulfat . . .	0,72	—	—	1,19	1,86	—
Kaliumsulfat	1,35	—	—	1,35	—	—
Magnesiumsulfat . .	0,61	—	—	1,21	—	—
Unlösliches	5,88	—	—	2,49	—	—

I. Steinsalz von Velicka in Galizien, II. weisses und III. gelbes Steinsalz v gaden, IV. von Hall in Tyrol, V. Knistersalz von Hallstadt, VI. Steinsalz von Sch

Die Gewinnung des Kochsalzes aus den Soolen[1]). Die Soolquellen enthalten selten so viel Kochsalz, dass sie siedewürdig erschein man ihren Salzgehalt erhöhen muss, was geschehen kann durch Auflöse (Steinsalz) oder durch Verminderung des Wassergehaltes ohne Anwendung stoff. Die Anreicherung einer Soole durch Verminderung des Wassergehalt Gradiren der Soole kann geschehen durch Frostkälte (Eisgradirung) Verdunsten (eigentliche Gradirung).

Die Gradirhäuser oder Leckwerke haben Dornwände, aus Balkengerüsten bestehend, deren Zwischenräume mit Dornen *B* (meist *Prunus spinosa*) ausgelegt Gradirwand, deren Länge sich nach der Grösse der Saline richtet, steht mit ihrem einem aus Bohlen construirten wasserdichten Behälter *A* (dem Sumpfe), welcher Dornen herabrinnende gradirte Soole aufzunehmen bestimmt ist. Der obere Theil häuser ist zuweilen mit einem Dache versehen, häufig auch nicht. Auf dem Gradi der ganzen Länge nach der Tropfkasten oder Soolkasten, welcher mit Trop versehen, aus welchen die Soole auf die Dornen läuft. Die sogenannte Geschwin eine Umstellungsvorrichtung, welche den Zweck hat, die Soole bei geänderter R Windes auf die entgegengesetzte Seite der Dornwände zu leiten. Man lässt die Sool von den Gradirwerken herabfallen. Die Soole kann durch das Gradiren bis zu 26 Pro angereichert werden, obgleich eine solche Löthigkeit auf wenigen Salinen erreicht w

Die Tröpfelgradirung ist auch ein Reinigungsprocess, indem ein Th unreinigungen auf den Dornen der Wände als Dornstein zurückbleibt. Dieser meist aus Gyps und auf dem ersten Soolfalle aus Calciumcarbonat, wenn die Soole v bicarbonat aufgelöst enthielt. Wenn nach einigen Jahren der Dornstein zu stark w die Dornen herausgenommen und durch frische ersetzt werden. In den Sümpfen gradirte Soole aufnehmen, setzt sich ein dicker Schlamm ab, Zunder oder Sint Er besteht aus Gyps, Calciumcarbonat und Eisenoxydhydrat. Die Gradirung wir Zeit, seitdem die Bohrlöcher meist siedewürdige Soole liefern, fast nur noch in Bad wendet, wo die Gradirwerke zur „Decoration" dienen.

1) Aelter als die Gewinnung der gesättigten Salzsoole mit Hilfe von tiefen Bo die Darstellung der gesättigten Soolen auf der Salzlagerstätte in den sogenannten Sin Wöhren oder Sulzenstücken. Das ältere Verfahren zum Auslaugen des steinsalzha thones bestand darin, in den Salzthon eine Grube oder eine Cisterne auszugraben u Wasser auszufüllen. Nachdem das Wasser alles Salz aufgelöst hatte, wurde es ausg in Kesseln eingekocht. Das ausgelaugte Gebirge heisst Heidengebirge.

ieden der Soole. Man wendet meist Siedepfannen aus zusammen-
Eisenblechplatten an, von etwa 10 m Länge und 0,6 m Tiefe. Die Pfannen
nem Dampfmantel (Brodemfang) versehen, welcher oberhalb des Daches aus-

Fig. 394.

d die Wasserdämpfe in die Luft führt. Die Soole, welche man in die Siede-
ngt, enthält 20 bis 26 Proc. Salz; die Pfannen werden damit bis zur Höhe
n angefüllt. Neuerdings
ie Pfannen vielfach mit
erung versehen. (Vgl.
78.)

Fig. 395.

H. Flaschendräger
die Salzsiedepfannen *A*
) ein Heizkessel *B* mit
k und einem oder mehreren
r Flammrohren *D* eingebaut
emselben eine Deckplatte *C*
abwärts gebogenen Seitenrändern angebracht, welche verhindert, dass die
unsten der Salzlösung an der Oberfläche sich bildenden und in der Pfanne
ernden Salzkörner in den Heizkessel gelangen. Durch eine derartige
soll eine bessere Verdampfung und Ausnutzung des Brennstoffes ermög-
en. Der Heizkessel ist vorn und hinten wegen der directen Feuerung und

der Züge etwas kürzer als die Pfanne. Bei *i* bleibt am Heizkessel *B* zu je
seite eine Oeffnung, aus welcher die im Heizkessel unter geringem Druck herv
Soole ohne Wallung in die Pfanne übertritt, um frei zu verdampfen, wo
grössere Salzkörner erzielen lassen; durch den Ablassstutzen *g* wird der
entleert und gereinigt. (Vgl. J. 1887, 519; 1888, 414.)

Beim Sieden sondert sich Gyps und schwefelsaures Natrium theils a
welcher abgenommen wird, theils als Absatz aus, welchen man mit einer Krü
schafft. Sobald sich auf der Oberfläche der siedenden Soole eine Salzhaut
die Soole die Gare erreicht und man schreitet zum Soggen des Salzes. W
Soggens wird die Temperatur der Flüssigkeit auf etwa 50⁰ erhalten. Dab
entstandene Salzhaut aus der Soole in kleinen Krystallen zu Boden, es bild
neue Haut u. s. f., bis sich endlich keine oder nur eine sehr schwache Salzha
Von nun an wird das gesoggte Salz ausgewirkt, d. h. mit Schaufeln (So
herausgenommen und auf die über den Pfannen angebrachten schrägen T
oder in Körbe aus Weidegeflecht (Salzkörbe) gebracht. Nach dem
bringt man das Salz in die Trockenkammer (Darrstube).

Das Verdampfungsverfahren von Piccard[1]), welches anfangs grosse H
erweckte, hat sich nur im Salzwerk zu Bex bewährt.

Besser scheint die Verdampfung im Vacuum zu sein. Nach S. Pick
Apparate so verbunden, wie es in Zuckerfabriken üblich ist. Wie Fig.
enthält die mit Dampfzuleitung versehene Heizvorrichtung *B* stehende Röh

Fig. 396.

Fig. 397.

im Kegel *C* gesammelte Salz fällt nach Oe
Schiebers in den Behälter *D*, um nach A
der Lauge entfernt zu werden (vgl. J. 18
1891, 349).

Der drehbare Trockenappara
in der Saline Schönebeck ist mit mittle
zuführung versehen. Bei den nur mit h
arbeitenden Apparaten (Fig. 397) ist an d
stück *A* in der Verlängerung der Achse ein
angegossen, in welchem sich die genau ab
Hülse *h* zur Aufnahme des Spurnapfes *p*, in
sich der Stahlzapfen *s* der Achse dreht,
Durch Drehung der Stellschraube *q* ist ein
Verschiebung der Achse ermöglicht, wo
gutes Abdichten des Apparates in den bei

1) J. 1881, 202 u. 206; 1882, 289 u. 297; 1883, 300; 1887, 515; 1889, 399.

eln erreicht wird. Bei den mit Dampfheizung arbeitenden Apparaten ist Einrichtung nur mit der Veränderung getroffen, welche die Abführung isationswassers durch die verlängerte Mittelachse nothwendig macht. Um rägen Lage des Apparates ein Verstopfen des Luftleitungsrohres *L* durch ides Trockengut zu verhüten, ist bei *g* ein Einsatz mit verstellbaren Blechgebracht, deren Schrägstellung je nach der Neigung des Apparates zur en in der Weise gewählt wird, dass das niederfallende Trockengut in den rückfällt, während der zugeleitete heisse Wind ungehindert eintreten kann. Innern des Apparates angebrachten Wellblechstreifen *l* lassen das Trockenglichst fein vertheiltem Zustande von sich abgleiten und durch den Luftn und unterscheiden sich gerade hierdurch wesentlich von älteren Einrich-1891).

nschaften. Kochsalz krystallisirt in farblosen Würfeln oder in einer Form, die Würfelform zurückführen lässt. Nach der Grösse der Würfel unterscheidet man - und feinkörniges Salz. Soll Salz von grobem Korne dargestellt werden, so muss inken der auf der Oberfläche der Soole sich ausscheidenden Krystalle durch Ruhig- der Flüssigkeit verzögert werden. Das sogenannte Sonntagssalz, welches während s und der Feiertage, an denen nicht gesoggt wird, in den Pfannen sich abscheidet, rtiges grobkörniges Salz. — Vollkommen reines Kochsalz ist nicht hygroskopisch; öhnlichen Siedesalz sind es nur die Beimengungen von Chlormagnesium und Chlorlche das Salz hygroskopisch machen. Beim Erhitzen des Kochsalzes bis zur Glühistert oder decrepitirt es, indem die zwischen den Lamellen der Krystalle ein- Mutterlauge Wasserdämpfe entwickelt und die Krystalle zersprengt. 100 Th. n bei 12° 35,91 Th. Kochsalz. 1 *l* bei 15° gesättigter Kochsalzlösung von 1,207 spec. thält 318,4 g Chlornatrium. Um das Verhältniss des Kochsalzes zum Wasser in auszudrücken, braucht man den Ausdruck Löthigkeit oder Procentigkeit. ige Soole besteht in 100 Gewichtstheilen aus 15 Gewichtstheilen Kochsalz und 85 Th. ie Grädigkeit der Soole bezeichnet die Gewichtsmenge Wasser der Soole, welche heil Kochsalz enthält; so ist eine 15,6grädige Soole eine solche, in welcher 1 Gewichtsalz von 15,6 Gewichtstheilen Wasser in Lösung gehalten wird.

turirung des Salzes. In Folge der seit dem 1. Januar 1868 im Deutschen nden Salzsteuer wird das nicht als Speisesalz dienende Salz durch die Verwaltung verunreinigt (denaturirt), damit es zu dem innerlichen Gebrauche untauglich werde technischen Zwecken (Fabriksalz) oder als Viehsalz (Lecksalz) oder endlich ittel (Düngesalz) Anwendung finde.

endung. Ausser als Nahrungsmittel (ein Mensch von 75 k Gewicht enthält etwa alz und braucht jährlich 7 bis 8 k [J. 1899, 395]) dient das Kochsalz zur Bereitung es Chlors, des Salmiaks, in der Weissgerberei (zur Bereitung der Alaunbeize), in der Rothgerberei (beim Schwitzen der Häute), zur chlorirenden Röstung der Silbererze lgamation und in dem Verfahren der Silbergewinnung von Augustin), zum Aus-Seife, zum Glasiren von Thongeschirren, zum Conserviren von Schiffsbauholz und hwellen, zum Einsalzen der Fische, des Fleisches, der Butter u. s. w.

einsalz und Kochsalz (aus wässeriger Lösung) wurden in Deutschland gewonnen:

rchschnittlich jährlich bz. im Jahre	Steinsalz Menge 1000 t	Steinsalz Werth 1000 Mark	Kochsalz Menge 1000 t	Kochsalz Werth 1000 Mark
1850	12,3	418	230,9	16415
1861/65	79,3	954	285,4	10577
1866/70	122,2	995	291,7	8640
1871/75	153,8	1295	376,9	10338
1876/80	210,9	1424	421,0	11252
1881	311,9	1961	457,0	12303
1882	322,4	2108	459,5	12423
1883	336,4	2090	468,8	12617
1884	344,8	1940	464,9	12312
1885	377,5	1955	461,3	11751
1886	444,4	2151	479,5	11788
1887	405,4	1862	484,1	11434
1888	414,6	1816	496,4	10663

Salzgewinnung seit 1. April 1889 (in t):

	Es wurden ferner gewonnen im Jah (1. April bis 31. März)		
	1889	1893	1896
1. Steinsalz aller Art.			
Preussen	225 960	209 084	214 566
Bayern	777	708	898
Württemberg	154 717	176 939	207 397
Mecklenburg	—	—	—
Thüringen	18 938	16 404	19 956
Braunschweig	—	5 794	7 940
Anhalt	99 698	95 328	93 640
Deutsches Zollgebiet	500 090	504 257	544 397
2. Siedesalz.			
Preussen	262 216	259 717	277 523
Bayern	41 097	42 870	41 021
Württemberg	45 232	40 916	46 116
Baden	28 703	28 369	28 793
Hessen	16 901	16 316	16 028
Mecklenburg	1 327	1 310	1 203
Thüringen	37 153	35 943	36 080
Braunschweig	5 206	4 733	6 924
Anhalt	—	16 577	16 952
Elsass-Lothringen	48 446	55 517	65 302
Deutsches Zollgebiet	486 281	502 268	535 942
Verbrauch an Speisesalz	364 667	390 467	414 918

Abgabenfreie Verwendung von Salz seit 1. April 1889 (t):

Salzverwendung	1889	1893	1896
Zur Viehfütterung	100 727	114 156	113 851
Zur Düngung	3 131	3 488	3 195
In Soda- und Glaubersalzfabriken	166 450	205 845	233 736
In chemischen und Farbefabriken	29 796	43 891	63 961
Zur Seifen- und Kerzenfabrikation	7 780	8 818	9 794
In der Lederindustrie	16 705	21 904	23 991
In der Metallwaarenindustrie	15 119	21 281	26 974
In der Glas- und Thonwaarenindustrie	1 882	2 113	2 411
Sonstige Verwendung in der Technik u. s. w.	5 626	7 108	16 061
Zusammen	347 216	428 604	493 974

Zur Denaturirung des abgabenfrei verabfolgten Salzes wurde Mittel benutzt:

Salzhändler (auf Vorrath): $^1/_2$ Proc. Thran; — $^1/_4$ Proc. Eisenoxyd; — $^1/_4$ F russ oder Wermuthpulver; — $^3/_4$ Proc. Mennige; — $^1/_4$ Proc. Petroleum; — 2 Proc. St mehl; — $^1/_4$ Proc. Holzkohlenpulver; — 1 Proc. Seifenpulver.

Soda- und Glaubersalzfabriken: $^1/_4$ Proc. Petroleum; — 1 bis 8,2 Proc. säure; — 5 Proc. Glaubersalz; — Ammoniaklauge; — 4 bis 5 Proc. calcinirte Soda; Aetzammoniak; — 2,56 Proc. saures Sulfat; — 3 Proc. Bisulfat; — Bicarbonat; Farbstoffmutterlauge; — $^1/_2$ bis 2 Proc. Farbstofflösung; — Paraffinöl; — 3 Proc. A

Chemische Fabriken: 2 bis 5 Proc. Farbstoffe; — 2 und 6 Proc. Schwefel Petroleum; — Steinkohlenmehl; — Kienöl; — 10,3 Proc. Antimondoppelsalz; — Me

; — Braunstein; — Paraffinöl; — 5 Proc. Kupferchlorid; — 1 Proc. Seifenpulver; Russ; — 1 Proc. rauchende Salpetersäure; — 5 Proc. Anilinlauge; — 2 Proc. Salz- Proc. Chlorkalk; — $^1/_4$ Proc. Quecksilbersublimat; — 5 Proc. Eisenoxyd; — schwefel- lösung; — Salmiak; — calcinirte Ammoniaksoda; — 2 Proc. Lithoponweiss; — isulfat; — Kienruss; — 10 Proc. von der Indigocarminfabrikation; — 5 Proc. sabbrände; — 10 Proc. calcinirte Soda; — schwefelsaures Ammoniak; — Kohlen-),2 Proc. übermangansaures Kali; — 10 Proc. schwefelsaures Kupferoxyd; — ge- iglätte; — $^1/_4$ Proc. Ultramarin; — 2 Proc. Braunkohlenmehl; — 5 Proc. Glauber- Proc. Zinkvitriol; — 4 Proc. Anilinsalz; — 5 Proc. Indigocarmin-Mutterlauge; — lte.

nfabrikation, Oelraffinerien: $^1/_4$ Proc. Petroleum; — $^1/_4$ Proc. Kienöl; — 1 Proc. r; — 5 Proc. Palmöl; — 2 bis 5 Proc. calcinirte Soda; — Paraffinöl; — Terpentinöl; ; — Smalte; — 1 Proc. Braunstein; — $^1/_2$ Proc. Braunkohlenöl.

hütten und Glasfabriken: Mennige; — Erdöl; — Braunstein.

ereien, Lederfabriken, Häutehändler und Pelzwerkfabrikanten: $^1/_4$ Proc. Petroleum; Mennige; — 6 bis 30 Proc. Alaun; — Paraffinöl; — Kienöl; — Braunstein; — r; — 6 bis 30 Proc: Alaun; — Paraffinöl; — Kienöl; — Braunstein; — Seifenpulver; Mineralöl; — Holzkohlenmehl; — $^1/_4$ Proc. Eisenoxyd und Wermuthpulver; — unkohlenmehl; — 4 bis 7 *l* Darmpökel; — 3 Proc. Darmlauge; — 3 Proc. Labsalz- hran; — 5 Proc. Glaubersalz; — $^1/_2$ Proc. Braunkohlenöl; — 4 Proc. Eisenvitriol; calcinirte Soda.

vecken der Metallbearbeitung: $^1/_4$ Proc. Petroleum; — Holzkohlenmehl; — wefelsaures Bleioxyd; — 3 bis 5 Proc. Schwefelkiesabbrände; — Braunstein; — ; — 2 Proc. Braunkohlenmehl; — 4 Proc. Kupfervitriol; — $^1/_2$ Proc. Kienruss; — hende Salzsäure; — $^1/_4$ Proc. Eisenoxyd; — $^1/_2$ Proc. Thran; — 2 bis 5 Proc. Klauen- $^1/_4$ Proc. Paraffinöl; — Gyps.

ngut-, Ofenfabriken und Töpfereien: $^3/_4$ Proc. Mennige; — Steinkohlenstaub; — troleum; — Braunstein; — Holzkohlenmehl; — Braunkohlenmehl; — $^1/_2$ Proc. $^1/_4$ Proc. Eisenoxyd; — 1 Proc. Seifenpulver; — $^1/_4$ Proc. Kienruss; — 1 Proc. Russ; Kienöl.

erfabriken: Petroleum.

ffbauereien: $^1/_4$ Proc. Petroleum; — $^1/_2$ Proc. Kienruss; — Braunkohlenkreosotöl.

Textilindustrie: Petroleum; — Seifenpulver; — Paraffinöl; — Eisenvitriol; ; — Kienöl; — $^1/_4$ Proc. Eisenoxyd; — $^1/_2$ Proc. Thran; — $^1/_{10}$ Proc. Methylviolett; Schwefelsäure; — Braunstein; — 2 Proc. Braunkohlenmehl; — Salzsäure; — 1 Proc. nsaures Kali (J. 1899, 398).

Kalisalze.

aus die meisten Kalisalze liefern die sog. Abraumsalze.

Bildung der Salzablagerungen erklärt sich durch sog. Salzbuchten. Das Meer hat z. B. in seinem nördlichen Theil eine Bucht, den Kara Boghaz, welche mit von etwa 16 000 qkm in die Turkmenensteppe einschneidend, nur durch einen engen Kanal, welcher stellenweise nicht mehr als 200 m breit und 1 m tief ist, mit dem n des Meeres in Verbindung steht. Durch diesen Kanal strömt nun seit Jahrtausenden mit einer Geschwindigkeit von 5 bis 6 km in der Stunde. Durch die trockenen rme werden die einströmenden Wasser mit solcher Schnelligkeit verdunstet, dass sich nthaltene Salz in fester Form absetzt. Die natürliche Folge dieses Processes ist nun, uptwassermasse des Kaspischen Meeres, welcher an ihrer südlichen und südöstlichen neue Mengen süssen Wassers durch die Ströme zugeführt werden, in ihrem Salzgehalt und immer mehr entsalzt wird, während in den Kara Boghaz das ausgeschiedene Salz, ge Baer auf täglich 350 000 t schätzt, ein regelmässiges Salzlager bildet. Würde Kanal, welcher die Verbindung mit dem Kaspischen Meere bildet, geschlossen und n Salzablagerungen der Kara Boghaz stehende Mutterlaugenmasse, welche schon jetzt ppenbewohnern als Bittre Brunnen — Adji Koussar — bezeichnet werden, ebenfalls cknen und Krystallisiren gebracht, so entstände dort eine mit unseren norddeutschen Kalisalzlagern übereinstimmende Bildung. Alle normal gebildeten Salzlager müssen lz und darüber gelagerten Abraumsalzen (Kali-Magnesia-Verbindungen u. dgl.) be- diese oberen Salze fehlen, wurde die Bildung des Lagers entweder vorzeitig unter- der durch spätere Hebungen oder Ueberfluthungen wurden die leichter löslichen nsalze wieder fortgespült.

Die zur Bildung des Stassfurter Salzlagers[1]) erforderliche Zei
15 000 Jahre berechnet. Durch die Verdunstung von Meerwasser während der wärm
zeit schied sich hier eine 7 bis 8 cm dicke Schicht Chlornatrium ab, in der kältere
dagegen aus dem frisch zufliessenden Salzwasser eine mehrere mm starke Schich
$CaSO_4$, gleichsam als Jahresring. Als der weitere Zufluss von Meerwasser aufhört
auch die Kali- und Magnesiumsalze aus der angesammelten Mutterlauge auszukrystall
Stelle der Anhydritschnüre treten im Steinsalze zunächst solche von Polyhalit auf,
etwa 60 m mächtige Steinsalzschicht die Polyhalitregion genannt wird. In d
genden Ablagerung, der Kieseritregion, wurde das noch vorherrschende St
Kieserit und Carnallit verunreinigt; letzteres Salz tritt immer mehr hervor, bis das S
schliesslich in ein bauwürdiges Carnallitlager übergeht. Der Carnallit bildet in
tigkeit von etwa 25 m das Hängende des ganzen Salzlagers; derselbe ist aber mit S
Kieserit derart durchwachsen, dass die Schicht aus durchschnittlich 55 Proc. Carnall
Steinsalz, 17 Proc. Kieserit und 2 Proc. Anhydrit mit Thon besteht. Ausserdem
Carnallit Boracit in Knollen eingelagert, welcher durch Ausklauben besonders gew
Dann folgt eine etwa 8 m mächtige Salzthonschicht, welche wesentlich aus Ca
Magnesiumcarbonat und Thon besteht. Darüber liegt eine 40 bis 90 m mächtige Anh
und schliesslich Buntsandstein. Nur an wenigen Stellen ist zwischen letzteren bei
bis 120 m mächtige Schicht von jüngerem Steinsalz mit nur wenigen Polyhalitjahre
gelagert. Durch die von Südost nach Nordwest gehende Erhebung wurde das Beck
zwei Theile getheilt, worauf durch eindringendes Wasser die Salze theils gelöst, th
wurden. Der Kainit bildete sich aus Carnallit und Kieserit unter Einwirkung einer c
haltigen Gypslösung, indem die Schwefelsäure durch die im Kainit ausgeprägte sta
lisations- und Bildungskraft zur Ausscheidung gebracht wurde, während sich da
Carnallit herrührende und zur Kainitbildung nicht erforderliche Magnesiumchlorid mi
Wechselzersetzung gebildeten Calciumchlorid zu Tachhydrit vereinigte.

Nach Precht (J. 1899) kann man die durch Einwirkung von Wasser herb
Zersetzungen der ursprünglichen Kalisalzablagerung in folgende drei Perioden eintheile
der Carnallitzersetzung. Diese begann bereits unmittelbar nach der Abla
Salze, sobald ein Theil des Salzlagers durch Erhebungen blossgelegt und den atmo
Niederschlägen ausgesetzt war. In dieser Periode ist vorzugsweise aus dem Carna
Gemisch von Sylvin und Kieserit, das Hartsalz, gebildet worden. — 2. Die zweite
fasst den Zeitraum von der Ablagerung des Salzthones und Anhydrits bis zum Beginn
des Buntsandsteins. In diesen Perioden fanden umfangreiche secundäre Bildungen
und Carnallit statt, die in dem jüngeren Steinsalzlager eingebettet liegen. Die Bil
Kalisalze ist in derselben oder in ähnlicher Weise zu erklären wie die Bildung des jün
salzes. — 3. Die dritte Periode umfasst die späteren secundären Bildungen, die theilwei
jedoch vorzugsweise nach der Ablagerung des Buntsandsteines stattfanden. Das H
niss dieser Periode ist Kainit, und daher kann dieser Zeitabschnitt als die Kainitbild
bezeichnet werden. — Die Salze secundärer Salzbildungen werden sowohl auf ursprü
auch auf veränderter Lagerstätte gefunden. In letzterem Falle sind sie vollständig
wieder auskrystallisirt worden, während im ersteren Falle durch die Einwirkung
nur die leicht löslichen Salze gelöst wurden und die schwer löslichen entweder in un
Zusammensetzung oder in Folge von Wechselzersetzungen in veränderter Zusammen

1) In Stassfurt wurde 1839 ein Bohrloch angesetzt, welches 1843 in einer Tiefe
die oberste Schicht des Salzgebirges erreichte. Obgleich die Soole statt des geho
natriums viel Chlormagnesium und Kali enthielt, so wurden doch von der preussische
in Stassfurt 1852 2 Schächte angehauen und in 5 Jahren auf 330 m bis in das Stein
gebracht, nachdem von 256 bis 280 m die Kali- und Magnesiasalze durchörtert waren
anhaltische Regierung sah sich durch die auf preussischer Seite erzielten Aufschlüss
auf ihrem Gebiete in der Nähe von Stassfurt ebenfalls einen Tiefbau auf Steinsalz in
rufen. Nach Aufhebung des Salzmonopols im J. 1868 wurden gegründet das Salzber
Stassfurt bei Stassfurt, die consolidirten Alkaliwerke bei Westeregeln (Douglashall) u
werk Ludwig II. bei Stassfurt (Riebeck-Schacht). Mitte der siebziger Jahre traten
ersteren Werke in Förderung, während das Salzbergwerk Ludwig II. später in Be
Es folgten: Kalibergwerk Aschersleben (Schmidtmannshall), Kalibergwerk Vienenbur
schaft Hercynia), das in Roschwitz bei Bernburg (Solvayshall) u. a. — Vgl. F.
Die Steinsalzwerke bei Stassfurt, 2. Aufl. Halle 1875; H. Precht: Die Salzin
Stassfurt und Umgegend (Stassfurt 1889); C. Ochsenius, Die Bildung der St
und ihrer Mutterlaugensalze, Halle 1877; E. Pfeiffer, Handbuch der Kali-Indust
schweig 1887.

er Lagerstätte zurückblieben. Die Salze der ersten und dritten Bildungsperiode vorzugsweise auf ursprünglicher Lagerstätte, während die secundären Salze der ungsperiode ausschliesslich auf veränderter Lagerstätte zu suchen sind.

sprüngliche Bildungen sind anzusehen: Steinsalz (NaCl), Anhydrit ($CaSO_4$), $K_2SO_4 . MgSO_4 . 2 CaSO_4 . 2 H_2O$), Kieserit ($MgSO_4 . H_2O$), Carnallit $6H_2O$), Boracit ($2Mg_3B_8O_{15} . MgCl_2$) und Douglasit ($K_2FeCl_4 . 2 H_2O$). rfliesst an feuchter Luft, ist in Wasser leicht löslich und bildet sich nur aus kaliumhaltigen Chlormagnesiumlösung, welche mindestens 26 Proc. Chlor- enthält. Kieserit ist amorph und durchscheinend, wird an der Luft durch von Wasser trübe und geht in Bittersalz über. Von späteren Bildungen : Sylvin (KCl), Tachhydrit ($CaCl_2 . 2 MgCl_2 . 12 H_2O$), Bischofit ($MgCl_2$. igit ($K_2SO_4 . MgSO_4 . 4 CaSO_4 . 2 H_2O$), Reichhardtit ($MgSO_4 . 7 H_2O$), Glau- $_4 . Na_2SO_4$), Astrakanit ($Na_2SO_4 . MgSO_4 . 4 H_2O$) und besonders Kainit. Im tande ist er vollkommen weiss und der Formel $K_2SO_4 . MgSO_4 . MgCl_2 . 6H_2O$ d zusammengesetzt; als bergmännisch gewonnenes Product, welches im ge- ustande als werthvolles Düngesalz Absatz findet, ist derselbe stets mit n verwachsen, so dass er aus etwa 24 Proc. Kaliumsulfat, 16,5 Proc. Magne- 13 Proc. Chlormagnesium, 14 Proc. Wasser, 31 Proc. Chlornatrium und yps und Thon besteht.

alisalzbergbau Deutschlands begann 1861 mit der Förderung von 2293 t Vie nachfolgende Zusammenstellung des Verkaufssyndicats ergibt, stieg die jähr- ing bis 1865 auf durchschnittlich 56 680 t u. s. f.

	Carnallit	Kainit einschliessl. Hartsalz und Schönit	Sylvinit	Steinsalz	Kieserit	Boracit
65	56 680	—	—	44 260	50	2
70	184 921	9 171	—	58 889	654	17
75	431 852	18 925	—	63 722	19	18
80	641 975	55 423	—	96 904	494	76
85	827 779	205 020	—	207 249	8 578	149
90	805 057	325 002	12 493	237 719	11 032	154
95	796 911	637 419	50 812	292 795	4 656	169
	856 223	833 025	90 389	277 883	2 841	194
	851 272	1 012 185	84 104	288 035	2 619	184
	990 998	1 120 616	94 270	291 591	2 444	252
	1 317 947	1 063 195	100 653	310 377	2 066	155

izen sind also bis Ende 1899 etwa 34 Millionen t Kalisalze gefördert. Kainit und len grösstentheils direct der Landwirthschaft zugeführt, Carnallit aber zu Chlor- l. verarbeitet (vgl. J. 1899, 391):

	Carnallit (und Kieserit)			Kainit und Sylvinit (einschl. Hartsalz und Schönit)		
	Landwirthschaftliche Verwendung		Verarbeitung auf concentrirte Salze	Landwirthschaftliche Verwendung		Verarbeitung auf concentrirte Salze
	Deutschland	Ausland		Deutschland	Ausland	
85	14 445		821 912	39 687	124 225	41 107
90	31 694		784 399	116 788	115 321	105 386
95	51 029	2648	747 031	387 737	176 150	124 345
	56 541	3963	798 559	557 526	245 059	120 828
	58 544	5157	790 190	668 340	295 765	132 185
	60 793	7188	925 461	722 115	334 110	158 660
	58 677	4611	1 256 729	717 637	314 869	131 342

Die Herstellung von Chlorkalium[1]) beruht wesentlich auf de sation dieses Salzes aus einer heiss gesättigten Carnallitlösung während de wobei Chlormagnesium in Lösung bleibt.

Nachdem das in Stücken von verschiedener Grösse angelieferte Roh Steinbrecher oder Mühlen zerkleinert ist, gelangt dasselbe durch Hebewerke (in hochstehende Lösekessel von etwa 12 cbm Inhalt, in denen sich eine si vorzugsweise Chlormagnesium enthaltende Salzlösung befindet. Bei gleichz strömung von gespanntem Wasserdampfe wird Chlorkalium und Chlormagne während Steinsalz und Kieserit ungelöst bleiben. Die erhaltene heisse Lösu spec. Gew. lässt man in besonderen Gefässen von den schwebenden Be (Kieserit und Thonschlamm) klären und alsdann in eiserne Krystallisirkaste denen bei der in 2 bis 3 Tagen erfolgten Abkühlung ein Gemenge von C und Chlornatrium auskrystallisirt. In einigen Fabriken wird die heisse Ro mit Wasser verdünnt, wodurch die Ausscheidung des Chlornatriums verm eine Krystallisation von fast reinem Chlorkalium erzielt wird. Um das in lauge noch vorhandene Chlorkalium zu gewinnen, wird dieselbe auf eine centration eingedampft, dass das Chlorkalium in Form von künstlichem C vollständig auskrystallisirt und nur 1 Proc. in Lösung bleibt. Der künstlic wird in heissem Wasser gelöst und beim Erkalten eine zweite Krystallisatio kalium gewonnen. Das von beiden Krystallisationen erhaltene Chlorkalium Waschen mit Wasser bei gewöhnlicher Temperatur von Chlormagnesium un von Chlornatrium gereinigt, in Calciniröfen oder auf durch Dampf erwärm getrocknet (neuerdings besonders Thelen's Apparat S. 473) und dadurc sandt fertig gestellt. Die Mutterlauge von der zweiten Krystallisation u Chlorkalium, Chlornatrium und Chlormagnesium bestehende Waschlauge w Lösen des Rohsalzes verwendet.

Während früher das Eindampfen der Mutterlaugen meistens in offen mit 2 oder 3 Flammrohren vorgenommen wurde, ist man jetzt allgemein zu mischer sich gestaltenden Vacuumverdampfung übergegangen; Construction tung der Vacuumkörper entsprechen ganz den in der Zuckerindustrie üblichen (vgl. Abth. Zucker).

Von dem im Rohsalze vorhandenen Chlorkalium werden etwa 75 bis 85 Proc während der Rest als Verlust im Löserückstand, in der Endlauge und in dem bei Rohsalzlösung sich abscheidenden Schlamm auftritt. Der Gehalt des Absatzschlamm kalium ist je nach der Beschaffenheit des Rohsalzes sehr verschieden und kann ma bedeutend sein, so dass derselbe in einigen Fabriken calcinirt und als Düngesalz 24 Proc. Chlorkalium in den Handel gebracht wird. Beträgt der Verlust in der 20 Proc., so sind zur Darstellung von 100 k 80proc. Chlorkalium 625 k 16proc. Rohs lich. Zur täglichen Verarbeitung von 50 t Rohsalz rechnet man auf einen Inhalt der gefässe von 350 cbm; demnach würden bei einer täglichen Verarbeitung von 3500 t e inhalt der Krystallisirgefässe von 24500 cbm erforderlich sein.

Nach E. Jünger (J. 1899) werden die Kalirohsalze, insbesondere die chlo armen sog. Sylvinite (Gemenge aus Chlorkalium und Chlornatrium) und Hartsalz aus Chlorkalium, Chlornatrium, Magnesiumsulfat und Spuren von Magnesiumchlor nügender Zerkleinerung mit Mutterlauge erhitzt, die Lauge wird abgezogen und mögl

1) In Stassfurt wurde die erste Chlorkaliumfabrik von A. Frank im J. 1861 der sich dann bald darauf eine zweite Anlage von Vorster & Grüneberg ans Zahl der Fabriken stieg in Folge der für Chlorkalium erzielten hohen Preise sehr waren bereits 18 Fabriken vorhanden, wodurch aber eine Ueberproduction an Chlo beigeführt wurde. Nachdem die erste Krisis überwunden war, nahm die Verarbeitu gleichen Schritt mit der bereits angegebenen Förderung, und bald zählten Stassfurt, l und Umgegend 33 Fabriken, von denen dann mehrere im Laufe der Zeit in andere gingen, oder unter Bildung von Actiengesellschaften vereinigt wurden.

n gekühlt. Das ausgefallene Salzgemenge wird von der Mutterlauge getrennt und lem Trocknen das fertige Product.

ebenproducte in der Chlorkaliumfabrikation werden aus dem Löse-iieserit und Glaubersalz gewonnen. Die Gewinnung des ersteren geschieht hsten Weise, indem man das im Löserückstand vorhandene Chlornatrium löst, wobei sliche Kieserit zerfällt und sich als feiner Schlamm abscheidet, welch' letzterer durch on Wasser nach einigen Stunden erhärtet, und in geformten 25 k schweren Blöcken el kommt. Aus einem Theil des Kieserits wird an Ort und Stelle durch Lösen und n reines Bittersalz dargestellt.

laubersalzfabrikation, welche nur im Winter betrieben wird, beruht auf der r Lösung bei einer unter 0° liegenden Temperatur eintretenden wechselseitigen Um-Chlornatrium mit Magnesiumsulfat, zu welchem Zwecke der Gesammtrückstand in st, die gewonnene concentrirte Lauge nach erfolgter Klärung in hochstehenden, Holz hergestellten Kühlschiffen der Winterkälte ausgesetzt wird. Die Krystallisation ger Kälte in einer Nacht beendet. Es werden auf diese Weise jährlich etwa 10 000 t nnen. Nach Einführung von Eismaschinen könnten erheblich grössere Mengen erden.

msetzung von Chlorkalium in Kaliumsulfat durch Glaubersalz, lerholt zur Darstellung von Kaliumsulfat versucht wurde, hat sich im Grossen raktisch erwiesen, weil die beiden Sulfate der Alkalien zu grosse Neigung h miteinander zu einem Doppelsalze zu verbinden. Dagegen stellt man grosse Mengen Kaliumsulfat aus dem Chlorkalium mit Hilfe von Schwefel-Dies geschieht genau in derselben Weise, wie die Umwandlung des Stein-ulfat bei dem Leblancsodaprocess und in denselben Apparaten und Oefen, nzeitiger Salzsäuregewinnung (S. 463).

iit[1]). Borsche und Brünjes behandeln den Kainit mit einer kalt ge-Kainitlösung bei 80°; beim Erkalten krystallisirt Kaliummagnesiumsulfat. nd Hake verwenden in entsprechender Weise eine concentrirte Lösung von urem Magnesium, und nach Precht wird der Kainit mit Wasser oder Salz-r Druck auf 120 bis 150° erhitzt. Dadurch werden 3 t grob zerkleinerter etwa 30 Minuten zersetzt, wobei das Kaliummagnesiumsulfat in ein äusserst stallmehl, $K_2SO_4 . 2MgSO_4 . H_2O$, übergeführt wird. Zum Aufschliessen dient lornatrium gesättigte Salzlösung, welche auch andere im Kainit vorkommende alten kann. Die Menge derselben wird so gewählt, dass das Chlornatrium ue Doppelsalz ungelöst bleiben, Chlorkalium und Chlormagnesium dagegen in nen. Die Zersetzung verläuft je nach Natur dieser Salzlösung nach folgenden hungen:

$$[gSO_4,MgCl_2,6H_2O) = 2(K_2SO_4,2MgSO_4,H_2O) + 2KCl + 2MgCl_2 + xH_2O$$

$$SO_4, MgSO_4, MgCl_2, 6H_2O) = K_2SO_4, 2MgSO_4, H_2O + 2MgCl_2 + K_2SO_4.$$

der ersten Gleichung verläuft die Umsetzung, wenn die Salzlösung neben um, Kaliummagnesiumsulfat und Chlormagnesium enthält, nach der zweiten se, wenn sie aus einer gesättigten Chlorkaliumlösung besteht. Die Erfahrung nässigem Betriebe lehrt, dass das neue Doppelsalz aus der Zersetzungslauge men gefällt wird, dass diese beim Erkalten nur Chlorkalium auskrystallisiren nicht mehr als 2,4 Proc. Magnesiumsulfat enthält. Mit kaltem Wasser zer-Schönit und Bittersalz. Aus einer heissen, wässerigen Lösung krystallisirt ten Schönit, indem der Ueberschuss an Magnesiumsulfat gelöst bleibt. Nimmt Lösen eine Chlorkaliumlösung, so findet eine Umsetzung in Schönit und Chlor-statt. Das gewonnene Kaliummagnesiumsulfat mit 50 Proc. Kaliumsulfat

e Vereinigten Chemischen Fabriken zu Leopoldshall arbeiten nach dem Verfahren von und Brünjes, die Stassfurter Chemische Fabrik Actien-Gesellschaft nach dem von d Hake, und das Salzbergwerk Neu-Stassfurt nach dem Patente von H. Precht.

und 3 Proc. Chlor hat in der Landwirthschaft ein gutes Absatzgebiet zu verhäl[...] hohen Preisen gefunden. Ferner werden seit einigen Jahren grosse Menge[...] magnesiumsulfat mittels Chlorkalium in wässeriger Lösung zu Kalium[...] arbeitet.

Bei der Verarbeitung der S. 451 genannten Mengen Rohsalze wurden [...] halten (in t):

	Kalium-chlorid 80proc.	Kaliumsulfat 90proc.	Calcinirtes Kalium-magnesium-sulfat 48proc.	Krystallisirtes Kalium-magnesium-sulfat 40proc.	Kali-düngesalze
1886 bis 1890	127 710	9 249	9 564	614	13 029
1891 „ 1895	138 001	15 891	11 370	1035	17 947
1896	155 805	13 889	4 622	1051	19 253
1897	158 863	15 403	7 415	922	23 042
1898	174 380	17 781	10 535	914	24 284
1899	180 672	24 656	8 459	579	70 916

Die Ausfuhr von Chlorkalium betrug 1899 101 045 t im Werthe von 14½ Mil[...]

Meyerhoffer (J. 1897 u. 1898) will die Kalisalze durch Schmelzen aufarbei[...] Erfolg ist noch nicht bekannt.

Zur Verwerthung der in grossen Mengen auftretenden Chlormagnesiu[...] dampft man einen kleinen Theil ein und bringt das geschmolzene Chlormagnesium in [...] ein Theil wird auf Chlor verarbeitet (s. d.), aus einem grösseren Theile werden vor [...] der Laugen in die Flüsse die in demselben vorhandenen 0,2 Proc. Brom gewonnen.

Kaliumcarbonat. Zur Ueberführung von Chlorkalium und [...] saurem Kalium in Potasche sind zahlreiche Vorschläge gemacht worden. [...] bildung des Leblanc'schen Sodabildungsprocesses wurde von H. Gr[...] (1861) zuerst zur Potaschedarstellung angewendet. Das Schmelzen des Kali[...] mit Kalk und Kohle wird genau so wie bei dem Sodaprocess ausgeführt, doch [...] besonders eine hohe Temperatur zu vermeiden. Das Auslaugen, das Schm[...] Carbonisiren und Eindampfen der Laugen, das Abscheiden von etwa unzerlegte[...] sulfat bei dem Abdampfen und das Calciniren des Endproductes geschieht wi[...] (S. 473). Bei stickstoffreicher Reductionskohle wird beim Potascheschm[...] Ferrocyankalium erzeugt. Dasselbe scheidet sich beim Eindampfen der ca[...] Lauge auf 50° B. mit dem in den Laugen noch enthaltenen unzersetzten Ka[...] ab und kann aus diesem durch Auslaugen mit heissem Wasser ausgezogen we[...] zweimaliges Umkrystallisiren verwandelt das Product in schöne Handelsw[...] welcher etwa 1 Proc. der erzeugten Potasche gewonnen wird.

R. Engel versetzte eine Lösung von Chlorkalium mit kohlensaurem M[...] und sättigte dieselbe mit Kohlensäure. Nach der Gleichung:

$$3MgCO_3 + 2KCl + CO_2 = 2MgKH(CO_3)_2 + MgCl_2$$

scheidet sich die Doppelverbindung von Magnesium-Kaliumbicarbonat aus. [...] Chlormagnesiumlauge getrennt, wird dieser Niederschlag für sich oder mit Was[...] wobei er in Magnesiumcarbonat und Kaliumcarbonat zerfällt:

$$2MgKH(CO_3)_2 = 2MgCO_3 + K_2CO_3 + H_2O + CO_2.$$

Das kohlensaure Kalium wird mit Wasser ausgelaugt, kohlensaures Magne[...] Kohlensäure gehen in den Process zurück (J. 1881, 228; 1887, 520).

H. Precht hat dieses Verfahren wesentlich verbessert. Man reinigt d[...] salz $MgKH(CO_3)_2 . 4H_2O$ vor der Zersetzung entweder durch Behandlung mitte[...]

eilhafter durch Behandlung mittels einer Lösung von Magnesiumcarbonat in ehaltigem Wasser. Die letztere Flüssigkeit hat den Vortheil, dass dieselbe atz zu Wasser das Doppelsalz nicht zersetzt. Die zu verwendenden Lösungen nesiumcarbonat in kohlensäurehaltigem Wasser stellt man aus Magnesia nesiahydrat oder Magnesiumcarbonat durch Behandeln mit überschüssiger re bei gewöhnlichem oder höherem Druck in dem cylindrischen Behälter *A* dar. In einem mit Rührwerk versehenen Behälter *B* wird dann das zu Doppelsalz mit der in *A* n Lauge oder auch mit usammengerührt. Verwen- agnesiumcarbonatlösung, so einer derartigen Behand- Doppelsalzes keine oder ine sehr geringe Zerlegung statt und man erhält leicht t mit nur 0,2 bis 0,3 Proc. genden Salzen. Durch Fil- der Nutsche *C* trennt man nigte Doppelsalz von der elch letztere in einem Tief- D gesammelt wird. Diese st sich gut nutzbar machen, n dieselbe in einen zweiten, verk versehenen Behälter *E* er mit Chlorkalium sättigt in Magnesia oder Magnesia- er Magnesiumcarbonat darin um aus dieser Mischung durch Behandlung mittels Kohlensäure das Doppel- Kaliummagnesiumcarbonat zu gewinnen. Auf diese Weise wird nicht nur em Doppelsalz ausgewaschene Chlorkalium, sondern auch das in Lösung vor- Magnesiumcarbonat vollkommen ausgenutzt (J. 1891, 348 u. 577).

Fig. 398.

Neustassfurt wird die Zerlegung des Doppelsalzes in lösliches Kaliumcarbonat kohlensaure Magnesia in Druckapparaten bei 140° bewirkt, wobei die frei Kohlensäure durch ein Sicherheitsventil bei 5 Atm. Ueberdruck aus dem Zer- efäss austritt. Da die Spannkraft des Wasserdampfes der Kaliumcarbonat- i 140° etwa 1,5 Atm. Ueberdruck beträgt, so ist die Lösung nicht bis zum kt erhitzt und es wird in Folge dessen fast reine Kohlensäure mit geringer ng von Wasserdampf erhalten. — Nach genanntem Verfahren werden in Neu- grosse Mengen Potasche hergestellt, welche sich durch grosse Reinheit, vor rch Natronfreiheit gegenüber der Leblanc-Potasche auszeichnet.

uche, kohlensaures Kalium nach dem gewöhnlichen Ammoniakprocess (s. Soda) n, haben bis jetzt keinen Erfolg.

Darstellung von Kaliumcarbonat wird nach G. Borsche und F. Brünjes ung eines Magnesiumsalzes, welche Magnesia oder kohlensaures Magnesium schwebend ohlensäure und Ammoniak oder kohlensaures Ammoniak eingeleitet, worauf sich das Ammonium-Magnesiumcarbonat, alle in Lösung befindliche Magnesia enthaltend, ger Zeit ausscheidet. Dieses Ammonium-Magnesiumcarbonat wird ungefähr mit der en Menge von Chlorkalium oder schwefelsaurem Kali gemischt, wobei ein Ueberschuss vortheilhaft wirkt, und mit Wasser versetzt, um genannte Salze in Lösung zu bringen. Gemenge wird Kohlensäure oder Kohlensäure und Ammoniak geleitet, wodurch die g in Kalium-Magnesiumcarbonat, die allerdings auch ohne Einleiten von Kohlensäure niak vor sich geht, befördert wird. Das Kalium-Magnesiumcarbonat wird in bekannter

Weise durch Digeriren desselben mit Wasser in Kaliumcarbonat und Magnesi welches in den Process zurückkehrt, zerlegt. — Das Verfahren hat im Grossbe Schwierigkeiten gezeigt und wird z. Z. nicht ausgeführt.

Behandelt man nach Dupré eine Natriumcarbonatlösung mit einem Uebe Kaliumsulfat, so kann das Natriumcarbonat in Kaliumcarbonat umgewandelt werden

$$Na_2CO_3 + 3K_2SO_4 = K_2CO_3 + K_4Na_2(SO_4)_3.$$

(Vgl. J. 1890, 403; 1891, 349.) Auch dieses Verfahren ist nicht eingeführt.

Zur Gewinnung der Kalisalze aus dem Meerwasser, nam dem Wasser des Mittelländischen Meeres, werden die letzten Mutterla Eindampfen concentrirt und mit Chlormagnesium versetzt, so dass Ca krystallisirt (S. 442).

Die Gewinnung von Kalisalzen aus Feldspath ist zur Zei deutung (J. 1882, 319).

Kalisalze aus Pflanzenaschen. Die beim Verbrennen vo theilen verbleibende Asche besteht aus Carbonaten, Sulfaten, Phosphaten Chlor- und Fluorverbindungen des Kaliums, Natriums, Calciums, Magnesiu Während die am Meeresstrande und im Meere selbst wachsenden Pflan enthalten, sind die Binnenpflanzen besonders kalireich. — Für die Industrie Bedeutung.

Melassepotasche. Da die Alkalisalze der Rübe in den Saft und sich nach der Abscheidung des grössten Theiles des Zuckers in der concentriren, suchte Varnhagen (1840) den Zucker der Melasse durc in Alkohol zu verwandeln und nach dem Abdestilliren desselben den Rückstand, die Schlempe, zu trocknen und den Rückstand zu glühen Wasser verdünnte Melasse wird angesäuert, der Gährung überlassen und (s. Spiritus). Die Säure der Schlempe wird durch Calciumcarbonat neut dann in offenen Kesseln oder flachen Pfannen abgedampft. Die zur Verdar Schlempe dienende Einrichtung besteht aus dem Heizofen und einer etwa 20 Pfanne. Diese letztere ist in zwei Abtheilungen getheilt, die eigentliche Abd und der etwa 6 m lange Calcinirofen. Neuerdings wird die Schlempe auch apparaten eingedampft, dann in Oefen geglüht. Die erhaltene schwarze M z. B. folgende Zusammensetzung:

	I	II	III	IV [1]
Wasser	6,43	1,99	5,61	2,72
Kohle	1,16	1,73	4,69	—
In Wasser unlösl.	14,48	7,13	8,21	5,23
Schwefelsaures Kalium	1,85	18,20	18,11	4,30
Chlorkalium	6,12	11,21	9,84	12,27
Kohlensaures Kalium	58,83	46,01	40,37	55,33
Kohlensaures Natrium	10,22	12,16	10,95	19,47

Bei diesem Verfahren gehen alle organischen Stoffe der Melasse, insbesonder vollen stickstoffhaltigen Bestandtheile verloren. Vincent hat diese Stoffe verwer er die Abdampfungsproducte der Melassenschlempe in eisernen Retorten der trockenen unterwirft in ähnlicher Weise, wie es mit dem Holz bei der Bereitung von Essigsäu alkohol, Aceton, Kreosot u. s. w. geschieht. Die wässerige Flüssigkeit, welche ne Mengen Theer in Kühlapparaten sich verdichtet, enthält Ammoniak in Form vo Sulfhydrat und Cyanammonium, ferner Methylsulfuret, Methylalkohol, namhafte M Trimethylamin und endlich eine Anzahl von Gliedern der Reihe der einbasischen Fe (von der Ameisensäure an bis zur Amylcarbonsäure). Die Gase, im Mittel aus 46 Pr säure, 12 Proc. Kohlenoxyd, 34 Proc. Wasserstoff und 8 Proc. Grubengas bestehend, Leucht- und Heizzwecken verwendet werden. In der Fabrik von Tilloy, Delau in Courrières stellte man eine Zeit lang täglich aus dem Condensationswasser 1600 k sulfat, 100 k Methylalkohol und 1800 k rohe Trimethylaminsalze dar. Trockenes Chlor

1) Vgl. J. 1893, 389.

, Trimethylamin Chlormethyl und Ammoniak: $N(CH_3)_3 + 4HCl = 3CH_3Cl + NH_4Cl$.
ren hat weiter keine Verbreitung gefunden. —
urch Auslaugen der schwarzen Massen erhaltenen Lösungen concentrirt man in einer
anne (1) bis 40° B. bei Siedhitze und mässigt das Feuer dann so weit, dass die Lauge
iss bleibt. Nach 3- bis 4stündigem Stehen hebert man die heisse und klare Lauge
tallisirpfanne. In der Verdampfpfanne (1) scheidet sich während des 3- bis 4stün-
ns ein krystallinischer, schwerer Schlamm ab, welcher der Hauptsache nach aus
rem Kalium besteht. Es genügt, ein Entfernen desselben aus der Pfanne wöchentlich
vorzunehmen, nur muss dafür gesorgt werden, dass der Schlamm nicht festbrennt.
d Salz in der Pfanne, so bringt man es in einen kleinen viereckigen, schmiedeisernen
dessen Siebboden grobe Sackleinewand befestigt ist; dicht über dem Boden hat der
n Hahn. In diesem Kasten wird das ausgeschlagene schwefelsaure Kalium so lange
Wasser gewaschen, bis die durch den Hahn abzulassende Lauge nur noch 10° oder
3° B. stark ist. Die erhaltenen Waschlaugen kommen in die Verdampfpfanne (1)
werden mit frischer Lauge aus den Lösegefässen zusammen verdampft.
n Krystallisationspfannen bleibt die Lauge, bis sie sich auf 29° oder höchstens 27°
hat. Bei dieser Temperatur hat sich der grösste Theil des Chlorkaliums bereits
ch abgeschieden. Sobald die Temperatur der Lauge bis auf 29° gesunken ist, hebert
tterlauge in einen Brunnen ab, aus welchem sie nach der Verdampfpfanne (2), oder
n hochstehenden Vorrathsgefässe gehoben wird. — Das auskrystallisirte Chlor-
ingt man in der Krystallisationspfanne auf einen Haufen, überbraust es einmal mit
ser und bringt es dann in einen als Filter dienenden eisernen Kasten, welcher am
einem Hahn versehen ist. In diesem Kasten wird das Chlorkalium so lange mit kaltem
eckt, bis eine scharf getrocknete Probe höchstens 1 Proc. kohlensaures Kalium ent-
Waschwasser kommen in die Verdampfpfanne (1).
anne (2) wird die fast von Chlorkalium und schwefelsaurem Kalium befreite Lauge
concentrirt. Diese Pfanne erfordert sehr viel Aufsicht, weil sich hier ein grosser
oda abscheidet. Wird nun in der Zeit, in welcher die Abscheidung stattfindet, nicht
l mit einem scharfen Meissel der Boden der Pfanne frei gehalten, so ist in kurzer Zeit
hboden durchgebrannt. Es muss jedoch so stark gefeuert werden, dass die Lauge in
en erhalten bleibt, bis sie anfängt, den Concentrationsgrad von 50° B. zu übersteigen.
ärke erreicht, so entfernt man das Feuer oder lässt es direct in den Rauchkanal gehen.
sst man die Lauge während 1 Stunde der Ruhe, in welcher Zeit sich ein grosser Theil
. Boden setzt. Dann wird die heisse klare Lauge in eine Pfanne (2a) gehebert, deren
etwa 50 cm tiefer steht, als die Unterkante der Verdampfpfanne (2). In 2a bleibt die
en, bis sie sich auf 50° abgekühlt hat, dann wird sie in die Krystallisirpfanne ab-
In dieser Krystallisationspfanne scheidet sich ein Doppelsalz von kohlensaurem
rium in grossen Krystallen ab. In der Pfanne (2a) scheidet sich ein Gemenge von
rem Kalium und Chlorkalium ab, welches nach der Concentrationspfanne (1) gegeben
n der frischen Lauge gelöst wird. Die nach dem Abhebern in der Concentrations-
gebliebene Soda wird nach einer auf ebener Erde stehenden Pfanne geschafft; in der-
ndet sich ein eingelegter Siebboden aus gelochtem Blech, welcher mit grober Sack-
überspannt ist. Vor dem Hahn befindet sich ein kleiner schmiedeiserner Kasten von
Inhalt. In nächster Nähe dieser Pfanne ist eine andere ebenso grosse Pfanne ein-
nd mit einer Feuerung versehen. In derselben wird Sodalösung von 32 bis 34° B.
l möglichst heiss gehalten.

d die Soda aus der Concentrationspfanne (2) in die kleine Waschpfanne gebracht,
sgebreitet ist und etwaige Klumpen zerdrückt sind, wird möglichst schnell die heisse,
B. starke Sodalösung darauf gegeben und mittels eiserner Schaufeln umgestochen;
ildende Klumpen werden sofort zerkleinert. Nach kurzer Zeit bläht sich die Masse
n muss das Umstechen noch mehr beschleunigt werden. Wird hier die Mischung auch
te lang ohne schnelle Bewegung gelassen, so wird sie steinhart und lässt sich nicht
chen, sondern muss mit Meisseln zerbrochen und noch einmal in schwacher Lauge
en. Arbeitet man aber richtig, so erhält man eine fast weisse, körnige und lockere
sich nun leicht weiter auswaschen lässt. Das Auswaschen wird so lange fortgesetzt,
s dem Ablasshahn ablaufende Lauge höchstens 38° B. anzeigt. Die Waschlaugen
die Verdampfpfanne (2). Die gewaschene Soda wird nach dem Abtropfen auf einen
bracht und hier noch einmal mit Sodalauge abgespritzt.

n Krystallisationspfannen verbleibt die Lauge thunlichst lange, damit sie sich mög-
abkühlen kann. Nach dem Abkühlen wird die Mutterlauge in einen Brunnen ge-
welchem sie nach der Concentrationspfanne (3) gehoben wird. In dieser Pfanne wird
auf 52 bis 57° B. concentrirt, je nachdem man 80proc. oder 90- bis 95proc. Potasche

gewinnen will. Da sich auch während des Concentrirens noch Soda abscheidet, so mu des Feuerns häufig mit einem scharfen Meissel der Boden der Pfanne bearbeitet wer Anbrennen zu verhindern. Hat die Lauge die gewünschte Stärke erhalten, so üb sie etwa 1 Stunde der Ruhe und hebert sie dann klar in den Calcinirofen. Die in Pf geschiedene Soda kommt nach Pfanne (2). Beide Pfannen müssen nach dem jedesm leeren gründlich gereinigt und namentlich muss etwa angebrannte Soda durch Klopfe kleinen scharfen Hammer daraus entfernt werden. Das in den Krystallisationsp krystallisirte Doppelsalz wird in der von Chlorkalium und schwefelsaurem Kaliu Lauge gelöst, aus welcher sich dann beim Sieden die Soda zum grössten Theil absche

Der Calcinirofen muss so stark gefeuert werden, dass er helle Rothglühh jedoch darf von einer vorhergehenden Operation herrührende Potasche noch nicht Schmelze übergegangen sein. Sollte dieser letzte Punkt eintreten, so öffnet man di und die Arbeitsöffnung und wartet, bis die Schmelze erstarrt ist. Dann lässt man an der Concentrationspfanne (3) angeschraubten Hahn vermittels eines Trichterroh 52 bez. 57° B. concentrirte Lauge in einem dünnen Strahle in den Ofen laufen. nügend Lauge sich in dem Ofen befindet, wird der Hahn geschlossen und nun so lan bis die Masse anfängt, dickbreiig zu werden. Dann muss der Arbeiter mit einem lan die sich bildende Decke von Zeit zu Zeit zerschlagen und die sich abscheidende Pot der, der Feuerbrücke gegenüber liegenden Seite schieben. — Nachdem der Ofeninh geworden ist, schiebt der Arbeiter denselben bis auf etwa 300 k nach der, der Feuerbr über liegenden Wand. Die 300 k breitet er mittels des Meissels flach auseinander etwa entstandene Stücke klein. Die Masse muss fleissig bearbeitet werden und dabe zeitig stets für eine gleichmässig sich steigernde Hitze zu sorgen. Die Asche muss f werden, ohne zu schmelzen. Ist dieser Punkt erreicht, so zieht man mittels einer eiser die Potasche durch das Arbeitsloch in einen kleinen Wagen.

Bisweilen gelingt es gleich beim ersten Calciniren, eine weisse Handelswaare z Dies ist der Fall, wenn die rohe Schlempekohlenasche bereits so stark geglüht wurd organischen Stoffe vollständig zerstört waren. Da solche Aschen aber nicht häufig v so muss das erste Product noch raffinirt werden, zu welchem Zwecke man dasselbe i eisernen Gefässen von etwa 5 cbm Fassungsraum in Wasser bis auf 52 bis 54° B. löst, Ruhe überlässt und dann die klare Lauge in die Concentrationspfanne für raffinirte As Während der zwei Ruhetage scheiden sich neben zu viel eingetragener Asche etwas C schwefelsaures Kalium, kohlensaurer Kalk, Eisenoxyd und sonstige in Wasser unlösl herrührend von der Herdsohle, ab. Diesen Schlamm behandelt man mit kaltem Wa sich das kohlensaure Kalium leicht löst. So lange wie die kalten Lösungen noch 15 bis sind, werden sie bei der Raffinirung verarbeitet, dann aber kocht man den Schlamm und Dampf aus und benutzt diese schwachen Laugen zum Lösen der rohen Schlempek

Die raffinirte Lauge wird bis 54° B. concentrirt, dann in den Calcinirofen gelass ebenso behandelt, wie angegeben ist. Nachdem diese raffinirte Asche in einem staubfr in der Nähe des Ofens 10 bis 12 Stunden auf einem flachen Haufen gelegen hat, wi warm in die Fässer verpackt. Man darf sie nicht vollständig sich abkühlen lassen, we leicht zu viel Wasser anziehen und beim Verpacken zusammenballen würde. (Vgl. J.

Nach Locoge & Cp. (J. 1894) unterwirft man die Rübenpotasche der Ausla Hilfe einer gesättigten Lösung von Kaliumsulfat, so dass man nur Laugen abzie wenigstens 41 bis 42° Bé. zeigen. Hierzu lässt sich der übliche Shank'sche Ausla mit Vortheil anwenden, und ebenso können für diesen Zweck auch die in Kaliraff bräuchlichen Filter geeignete Benutzung finden. Wenn man zur Auslaugung eine Kaliumsulfatlösung anwendet, so löst die letztere nur Alkalicarbonate und Chlorkali stärker diese Lauge wird, desto geringer wird das Lösungsvermögen derselben für Ka welches dementsprechend nach und nach ausfällt; hat die Lauge eine Stärke von etw 42° Bé. erreicht, so wird sie nur noch äusserst unerhebliche Mengen Kaliumsulfat enth hierfür geeignetste Temperatur liegt bei 25 bis 30°.

Kalisalze aus Seealgen oder Tangen als Nebenproduct der Bromgewinnung.

Das ältere Verfahren wird ausgeübt in Frankreich an den Küsten der Bretag Basse-Normandie, in Schottland und Irland. Die Fabrikation der Kalisalze begin Einäscherung der Tange, wodurch eine halbverglaste Masse entsteht, welche man in Varech oder Vraic, in England und Schottland Kelp nennt. Man unterscheid trifteten Tang oder die Treibalgen und den geschnittenen Tang oder die Schnittal geschnittene Tang (*Fucus serratus* und *F. nodosus*), in der Volkssprache der Normand eiche genannt, wächst auf den Felsen und Klippen und am Meeresufer und muss

getriftete Tang (*Laminaria Cloustoni* und *L. digitata)*, im Munde des Volkes See- Seeruthe genannt, dagegen wird von den Wogen an die Küste geworfen; er enthält hr Kali und 300 Proc. mehr Jod, als der geschnittene Tang. Letzterer ist also nicht er, als der getriftete Tang, sondern enthält auch mehr Natron und hat deshalb einen Werth. Der getriftete Tang ist ferner reicher an Chloralkalien, als an schwefel- en; bei den geschnittenen Tangen gilt das Gegentheil. Kelp hat etwa folgende etzung:

Unlösliches	57,00 Proc.
Kaliumsulfat	10,20
Chlorkalium	13,38
Chlornatrium	16,02
Jod	0,60
Andere Salze	2,70

i der Verarbeitung der Seealgen durch Einäschern und Auslaugen der Asche (Kelp, l durch Verflüchtigung verloren geht, so hat Stanford versucht, die Algen durch ion nur zu verkohlen. Die Algen werden getrocknet, zu Kuchen zusammengepresst Gasretorten der trockenen Destillation unterworfen. Die Producte der Destillation gewöhnlicher Weise aufgesammelt. Die so erhaltene Algen- oder Tangkohle gibt deln mit siedendem Wasser alle Salze (Jodüre, Chlorüre, Sulfate u. s. w.) ab. Die Algenkohle zeichnet sich durch ansehnliches Entfärbevermögen aus und wird als Knochenkohle empfohlen. Die flüchtigen Producte sollen auf Paraffin, als Lampenöl e flüssige Kohlenwasserstoffe, Essigsäure, Ammoniaksalze und Leuchtgas verarbeitet Dieses Verfahren wird seit 1863 auf der Insel Tyree und anderen Plätzen des west- hlandes in Schottland ausgeübt. Angesichts der riesigen Stassfurter Chlorkalium- hat die Kalisalzgewinnung aus Seealgen nur noch geringe Bedeutung.

isalze aus dem Schweisse der Schafwolle. Rohwolle enthält Proc. in kaltem Wasser löslichen Wollschweiss; derselbe besteht aus den bindungen der Oelsäure, Stearinsäure und Essigsäure mit wenig Valerian- vielen sonstigen organischen Stoffen; ausserdem enthält derselbe Chlorkalium, ures Kalium, Ammoniumverbindungen, meist auch kohlensaures Kalium und rbindungen. Der in Schwefelkohlenstoff lösliche Theil der Rohwolle besteht aus Cholestearin und weniger Isocholestearin, theils frei, grösstentheils ge- n Fettsäuren und wenig Benzoësäure. Wie verschieden der Gehalt an diesen , zeigen auch die neueren Untersuchungen von Chludinsky. Derselbe euchtigkeitsgehalt sowie die Menge der im Wasser und im Schwefelkohlenstoff Bestandtheile der Durchschnittsproben von Vliessen verschiedener Schafarten (Procent):

Race und Art des Musters	Feuchtig-keit	Verlust im Wasser	Verlust in Schwefel-kohlenstoff	Reine Woll-substanz
Negretti-Bock aus Konska-Wola	15,42	47,28	21,61	15,69
„ „ „ „ „	11,72	54,73	13,33	20,22
Negretti-Schaf „ „ „	11,81	44,54	26,10	17,55
Merino, Australisches	13,23	33,57	13,24	39,96
Rambouillet-Bock, Karlower Schafstall	11,45	46,95	14,83	26,77
-Schafe aus Polen	8,18	62,41	4,61	24,30
England	11,90	39,21	9,73	39,16
edown-Schaf aus Polen	10,86	41,27	4,83	43,04
hes Schaf aus Polen	8,04	51,02	8,25	32,69
.	15,83	25,14	0,95	58,08
sche Wolle aus Buenos-Ayres	11,87	16,10	4,91	67,12
emeine kurzschwanzige Schafe.				
Wolle eines Bockes aus Podolien	12,23	5,66	1,82	80,29
dem Kijew'schen Gouvernement	11,59	3,61	0,88	83,92
dem Wolhynischen Gouvernement	10,60	6,35	2,45	80,60
olle aus dem Radom'schen Gouvernement	10,74	7,4	0,65	81,21

Maumené und Rogelet liessen sich die Gewinnung von Potasche aus W am 15. Juni 1859 in England patentiren und stellten auf der Londoner Ausstellun ersten Proben dieser Potasche aus. Die in Fässer zusammengedrückte Rohwolle kaltem Wasser ausgelaugt, die erhaltene Flüssigkeit von 1,01 spec. Gewicht eingeo braune Rückstand *(suintate of potash)* zur Gewinnung von Leuchtgas in Retorten g aus der zurückbleibenden kohligen Masse durch Auslaugen eine reine Potasche gew Deutschland wurde die Verarbeitung des Wollschweisses von F. Hartmann (Han geführt. In Deutschland sind solche Fabriken in Döhren bei Hannover, Breme Frankreich befinden sich zahlreiche Fabriken bei Roubaix, Rheims, Elboeuf u. s. w Lüttich, Verviers und Antwerpen.

Das Verdampfen der Laugen geschieht in Deutschland und Belgien Flammöfen. Die durch Auslaugen der Wolle mit Wasser erhaltenen Laug in einen eisernen Vorwärmer *A* (Fig. 399) gepumpt, hier durch die abziehe brennungsgase vorgewärmt und nach Bedürfniss in den Abdampfraum *B* ei

Fig. 399.

Von dort werden die eingedickten Rückstände in den Calcinirraum *C* geschafft sie hier durch die aus dem Feuerraum *x* kommenden Flammen ausgetrock verbrennt Wollfett, Schmutz u. dgl. unter Entwickelung bedeutender Wärm so dass es durch Regelung des Luftzutrittes gelingt, mit 1 k Kohle 12 k F zu verdampfen. Der Feuerraum, der Calcinirraum und der Abdampfbeh aus Scharmottesteinen, der Schornstein *n* ist aus Backsteinen hergestellt (431). Die dem Ofen entnommene Rohpotasche bestand nach Untersuchu Verf. aus:

Wasserlöslichen Salzen	92,05 Proc.
Unlöslich	4,92
Organischen Stoffen	3,03

Die löslichen Salze hatten folgende Zusammensetzung:

Kohlensaures Kalium	85,34 Proc.
Chlorkalium	6,15
Schwefelsaures Kalium	2,98
Kohlensaures Natrium	5,02

Ein Theil der Verunreinigungen ist auf das zum Auslaugen verwendet wasser zurückzuführen. — W. Graff in Lesum verarbeitet diese Rohpota 6 Wollwäschereien Deutschlands (1878) zu reinem kohlensaurem Kalium, bicarbonat, Chlorkalium und schwefelsaurem Kalium.

Reines Kaliumcarbonat erhielt man früher durch Glühen von Weinstein o Gemenges von Weinstein und Salpeter, oder auch durch Glühen von essigsaurem Ka liefert es Neustassfurt (S. 455). Das krystallisirte Kaliumcarbonat mit 16 bis 18 Proc gehalt, entspr. der Formel $4 K_2CO_3 . 7 H_2O$, erscheint in kleinen Würfeln.

ber den Gehalt von Potaschlaugen nach dem spec. Gewicht bei 15° [1]).

Baumé	Proc. K_2CO_3	1 cbm enthält k K_2CO_3	Spec. Gew.	Baumé	Proc. K_2CO_3	1 cbm enthält k K_2CO_3
2	1,5	15	1,241	28	24,5	304
4	3,1	32	1,263	30	26,6	336
6	4,9	51	1,285	32	28,5	366
8	6,5	69	1,308	34	30,7	402
10	8,1	87	1,332	36	32,7	436
12	9,8	107	1,357	38	34,8	472
14	11,6	129	1,383	40	37,0	512
16	13,3	150	1,410	42	39,3	554
18	15,0	171	1,438	44	41,7	600
20	17,0	198	1,468	46	44,0	646
22	18,8	222	1,498	48	45,5	697
24	20,7	248	1,530	50	48,9	748
26	22,5	275	1,563	52	51,3	802

zkali (Kaliumhydrat, KOH) wird fabrikmässig in grosser Menge aus nit Kalk genau so hergestellt wie Aetznatron aus Soda (S. 494).

Herstellung von Aetzalkali empfiehlt Bacon (J. 1898) statt Kalk Strontian zu um mit concentrirten Lösungen arbeiten zu können. Da das Strontiumhydrat im zum Calciumhydrat im Wasser leicht löslich ist und seine Löslichkeit mit steigender r ausserordentlich rasch zunimmt —

(100 Th. Wasser lösen $SrO_2H_2 + 8\,H_2O$
bei 10° 1,25,
„ 40° 3,95,
„ 70° 12,56,
„ 85° 30,03,
„ 100° 47,71) —,

möglich, in umgekehrter Weise zu arbeiten, wie es für die bisherige Methode erforderh. in eine heisse, concentrirte Lösung von Strontiumhydrat das feste Alkalicarbonat hr concentrirte Lösung dieses letzteren einzutragen, wodurch die Umhüllung unzerdrates durch schon gebildetes Carbonat vermieden wird. Die Umsetzung ist in Folge Löslichkeit eine fast augenblickliche. Das krystallinisch ausgeschiedene Strontiumird von der Lauge durch Filtration getrennt und durch Glühen regenerirt.

einiger Zeit werden erhebliche Mengen Aetzkali elektrolytisch hergl. S. 528).

Tabelle über das spec. Gewicht von Kalilaugen bei 15°.

Baumé	100 G.-Th. enthalten KOH	1 cbm enthält k KOH	Spec. Gew.	Baumé	100 G.-Th. enthalten KOH	1 cbm enthält k KOH
2	1,7	17	1,220	26	24,2	295
4	3,5	36	1,241	28	26,1	324
6	5,6	58	1,263	30	28,0	353
8	7,4	78	1,285	32	29,8	385
10	9,2	99	1,308	34	31,8	416
12	10,9	119	1,332	36	33,7	449
14	12,9	143	1,357	38	35,9	487
16	14,8	167	1,383	40	37,8	522
18	16,5	188	1,410	42	39,9	563
20	18,6	216	1,438	44	42,1	605
22	20,5	242	1,468	46	44,6	655
24	22,4	269	1,498	48	47,1	706

[1]) unge: Taschenbuch für Sodafabrikation S. 165 u. 172.

Alkalimetrie. Um den Gehalt der Potasche an reinem Kaliumcarbonat mit einer nische Zwecke genügenden Genauigkeit auf eine leicht und schnell ausführbare Wei stimmen, gibt es zwei Wege:

a) die Säuremenge zu bestimmen, welche erforderlich ist, um das Kaliumca neutralisiren;

b) die Menge der Kohlensäure zu ermitteln, welche durch Zusatz einer stärke aus der Potasche ausgetrieben werden kann.

Beide Verfahren können selbstverständlich nur Anwendung finden, wenn au kohlensauren Alkali keine anderen kohlensauren Salze in der Potasche sich finden. fahren, welche den Gehalt der Potasche an Kaliumcarbonat zu ermitteln den Zweck habe kalimetrische Methoden und die Gesammtheit derselben Kalimetrie (Potassometrie) gena Prüfungsmethoden der Potasche und der Soda (Sodametrie) fasst man auch häufig Namen Alkalimetrie zusammen.

Als Normallösung verwendet Mohr die krystallisirte Oxalsäure ($C_2H_2O_4 . 2H_2O$ 63 g der Oxalsäure (= 1/2 Mol.) werden in Wasser gelöst, so dass die Lösung genau 1 In neuerer Zeit hat man anstatt des Lackmus als alkalimetrischen (und acidimetrischen) Cyanin, Fluoresceïn und Phenolphtaleïn, ferner das Tropäolin 000 und Phenacetoli schlag gebracht (vgl. J. 1882, 324; 1885, 409; 1886, 421).

Den Gehalt der Soda gibt man in der Regel in Graden an. In Frankreich ver darunter Procente an Natriumcarbonat, in England Procente an Natriumoxyd (Aetznatr Da nun Natriumcarbonat in 100 Th. aus 58,6 Th. Natron und 41,4 Th. Kohlensäure b sind z. B.

80° französische Bezeichnung = 46,9° englische Bezeichnung
86° „ „ = 50,5° „ „
96° „ „ = 52,8° „ „ [1]).

Sulfat und Soda.

Natriumsulfat, Na_2SO_4. Das Natriumsulfat, schlechtweg Sulfat genan sich in der Natur in den Mineralien Thenardit, Na_2SO_4, Brogniar Glauberit, $Na_2SO_4 . CaSO_4$ und Astrakanit, $Na_2SO_4 . MgSO_4 . 4H_2O$, Mineralwässern, wie in dem Karlsbader und Püllnaer Wasser, in dem Meerwass meisten Salzsoolen, und besonders, mit mehr oder weniger Soda zusammen Natronseen (S. 449).

Abgesehen von den verhältnissmässig geringen Mengen Sulfat, welche liefert (S 450), wird dasselbe in Westeuropa fabrikmässig nur durch Einwirl Schwefelsäure (bez. Schwefligsäure nach Hargreaves) auf Chlornatrium he

$$2NaCl + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2HCl.$$

Fig. 400 u. 401 zeigen in zwei Schnitten einen einfachen Sulfatofen mit und eiserner Zersetzungspfanne *A*, wie er im wesentlichen noch jetzt in d Fabriken verbreitet ist. Die auf dem Treppenrost *e* erzeugte Flamme nim Weg über die Muffel durch den Zug *f*, zwischen der Decke *e* der Muffel und de festen Gewölbe *c* des Ofens, fällt dann durch die (mit punktirten Linien ange Füchse *g* und *g'* abwärts in den Raum unter der Sohle der Muffel, der aus v wölbten Zügen besteht. Hier ziehen die Feuergase zuerst in der Richtung d

---

1) G. Lunge (Dingl. J. 232, 531) macht darauf aufmerksam, dass die im englisc handel angewendeten Grade nur ausnahmsweise wirklich die Procente von Na_2O („re angeben, da man das Mischungsgewicht des Natriumcarbonates 54 (statt 53) setzt. reines Natriumcarbonat zeigt mithin 59,26 Proc. Na_2O statt 58,49 Proc. (d. h. 0,77 Proc In Lancashire geht man noch weiter und setzt einfach für 53 Na_2O 54 „*real Soda*“, 51,6 Proc. für 50 Proc., und auch damit ist man nicht zufrieden, denn bei der Contr sich die Analysen der bekannten Liverpooler Handelschemiker Huson und Arrott lich bei Aetznatron, oft 2 bis 3° zu hoch. Eine Soda von 58° (nach *Liverpool Test*) z. B. nicht etwa 99,16 Proc., wie es der Theorie nach sein sollte, sondern kaum mehr al Na_2CO_3.

beiden Züge h an den Seitenwänden hin, dann durch die beiden mittleren
ieder zurück nach der Pfanne. Dort können sie je nach der Stellung des
;, der bei k gezogen wird, nach Bedürfniss entweder unter den Boden der
rch p in
Kamin
Fuchs q,
schlosse-
ber un-
urch den
ı diesem
geleitet
)as Salz-
rird aus
ȝ durch
öhre C,
fel durch
D, ge-
Verdich-
00) ab-
Die eine
ıg bildende Menge
in die Schale
hür z eingetragen,
elsäure durch ein
ecke eingesetztes
zugelassen. Der
ist mit dem am
cht m aufgehäng-
er verschliessbar
um Ueberkrücken
ickung aus der
die mit drei Ar-
gen u, u' und v versehene Muffel.

Fig. 400.

Fig. 401.

bringt etwa 500 k Kochsalz in die eiserne Schale A und darauf die erforder-
ȝe Schwefelsäure (Kammersäure). Die Masse wird von Zeit zu Zeit durch-
Sie verdickt sich allmählich und nach $1^1/_2$ Stunde etwa (nachdem $^2/_3$ der
entwichen sind) ist sie so fest geworden, dass sie durch den Verbindungs-
ie Muffel B geschafft werden kann, welche auf lebhafter Rothglühhitze er-
l, damit die Salzsäure vollständig entweicht.

der Rostfeuerung E verwendet man mit Vortheil auch Generatorgasfeuerung.
ken, welche für Glashütten arbeiten, verwenden oft statt der Eisenschale
n, um ein möglichst eisenfreies Sulfat zu erzielen.

ulfatofen von Jones und Walsh[1]) wird für Natriumsulfat ausser in
n Aussig, für Kaliumsulfat bei Vorster und Grüneberg in Cöln ver-
wird verschieden beurtheilt.

ähnlichen Sulfatofen von Mactear (J. 1882) werden Salz und Schwefel-
terbrochen in eine, durch einen ringförmigen Wulst der Ofensohle gebildete
ngeführt. Die noch dünnteigige Masse fliesst in den der Mitte zunächst

1876, 365; 1877, 298; 1878, 390; 1880, 273; 1881, 264; 1882, 330.

liegenden Theil *S* (Fig. 402) des Herdes über, wo sich die sonst in dem S
vor sich gehende Zersetzung bis ungefähr zur Bildung von Bisulfat vollzieh
die Stellung des Rührwerkes wird aber die Masse allmählich von innen nach
führt und dabei weiter zersetzt, so dass der äussere Theil des Herdes die A

Fig. 402.

Sulfat-Calcinirofens übernimmt. Die Abführung der mit den Salzsäuredä
mischten Feuergase erfolgt durch je eine gusseiserne Röhre auf beiden Seiten
apparates. Das Gewölbe ist hier herabgezogen und die ganze Anordnung so
wie aus der Zeichnung (Fig. 402) ersichtlich ist, dass der Rührapparat von
sehr wenig leiden kann. Die Ofensohle ist mit in Theer gekochten Scharm
gefüttert; als Mörtel dient ein Kitt, welcher durch die Wirkung der Hitz
Sulfates immer härter wird, so dass die ganze Sohle zu einer festen Masse z
backt, welche dem Angriffe der Beschickungsmaterialien vollkommenen Widerst
Die Heizung geschieht in beliebiger Weise, jedoch natürlich in der Art,
russende Flamme entsteht, welche die Condensatoren verstopfen würde. N
bewirkt Mactear dieselbe durch 4 Wilson'sche Gasgeneratoren, zwisch
und dem Ofen ein eiserner Ueberhitzungsapparat *H* eingeschaltet wird.

Das Verfahren der Darstellung von Sulfat (und Salzsäure) nach
fahren von Hargreaves und Robinson ist seit 1872 bekannt [1]). Es best
directen Wirkung von Schwefligsäure (Röstgase), Sauerstoff (der Luft) und Wa
auf Chlornatrium:

$$SO_2 + O + H_2O + 2NaCl = Na_2SO_4 + 2HCl.$$

Das Chlornatrium wird angefeuchtet, zu backsteinförmigen Kuchen ge
getrocknet. Nach Angabe der Rhenania macht es in der Sulfatfabrika
Hargreaves Schwierigkeiten, gewisse Steinsalzsorten mit Schwefligsäure un
dampf zu zersetzen. Wahrscheinlich sind die aus gewissen Sorten Steinsalz
Kuchen zu hart und undurchdringlich, so dass die Gase schwer bis in's Innere
können und ein Kern von Salz im Innern der Sulfatkuchen zurückbleibt. Die

1) J. 1875, 384; 1876, 365; 1878, 370; 1882, 330. Vgl. besonders Lunge:
der Sodaindustrie, 2. Aufl., S. 220.

l vermieden, wenn dem Salz fein zertheilte brennbare Stoffe, wie Stein-, Braun-, ;, Stroh, Torf oder Sägespäne beigemengt werden und aus diesem Gemenge er Weise die Herstellung der Kuchen bewerkstelligt wird. Bei der hohen ur im Innern der eisernen Cylinder verbrennen die beigemengten Kohlen-gen und machen die Kuchen porös und für die Zersetzung durch Gase taug- 1894). Die Salzstücke kommen in etwa 3 m weite Eisencylinder auf ein elches sich in der Nähe des Bodens befindet. Dann führt man ein Gemenge l. Schwefligsäure, 2 Vol. Wasserdampf und so viel Luft, dass deren Sauerstoff tspricht, unterhalb des Eisengitters ein; durch die Reactionswärme wird die ur auf dem erforderlichen Stande erhalten, so dass besondere Heizung beim ochenen Betrieb nicht erforderlich ist. Die gasförmige Salzsäure wird zur n geführt (S. 500). Es werden in der Regel acht Cylinder so hintereinander , dass das Gasgemisch in das fast fertige Salz eingeführt und aus dem frisch Cylinder zur Condensation geht. — In England ist der Hargreavesprocess in Betrieb, in Frankreich bei Marseille und in Hautmont, in Oesterreich gar ırend er in Deutschland von der Chemischen Fabrik Rhenania in Stolberg und u eingeführt worden ist. Diese Fabrikationsweise gewährt den Vortheil, dass er Reparaturen verursacht als die Herstellung in Bleikammern und Sulfatöfen. lage ist sie indessen gerade so kostspielig, wie die getrennte Fabrikation, und ı Nachtheil mit sich, dass eine Einschränkung des Betriebes nicht möglich ist. ezwungen, bestimmte Mengen Sulfat herzustellen, auch wenn man weniger und statt dessen beispielsweise Schwefelsäure verkaufen wollte (J. 1896).

efelsaures Natrium dient zur Herstellung von Soda nach dem Leblanc'schen Ver-on Glas und Ultramarin. Krystallisirt: $Na_2SO_4 . 10H_2O$ unter der Bezeichnung salz als Arzneimittel.

ı [1]. In der Natur findet sich die Soda als Bestandtheil vieler Mineralquellen, z. B. rlsbad [2]), ferner als Auswitterung an vulkanischen Gesteinen, sowie als Trona bes. $aHCO_3 . 2H_2O$, im Wasser der sog. Natronseen in Aegypten (J. 1892, 331), Central-Ebenen längs des Kaspischen und Schwarzen Meeres, in Indien, Californien (so der , J. 1893, 396), Wyoming, Mexiko (J. 1898, 339) und mehreren südamerikanischen In der grossen ungarischen Ebene wittert in der heissen Jahreszeit kohlensaures s krystallinische Salzdecke, rohe Soda oder Székső aus, welche eingesammelt und idel gebracht wurde. Die ägyptische Soda führt den Namen Trona (daher der Name In Columbia gewinnt man Soda, Urao genannt, aus einem See in einem kleinen *Lagunilla* genannt. In der heissen Jahreszeit krystallisirt die Urao aus dem elches von Tauchern von dem Boden des 3 m tiefen Salzsees heraufgeholt wird. In nischen Republik (Provinz Catamarca) kommt Soda in grosser Menge vor und heisst lpa. In jüngster Zeit soll ein Lager von natürlicher Soda in Virginien auf-ein.

iche von Tanatar ergaben, dass Soda in der Natur beim Zusammentreffen von re, Kalk und Natriumsulfat immer entstehen kann und die Zersetzung der gebildeten ı die entgegengesetzte Reaction dadurch verhindert wird, dass Gyps aus der Lösung isirt, Soda aber rasch ausgewaschen wird oder in einigen Gegenden auf die Oberfläche ; effloresci rt (J. 1896).

Pflanzen stammende Soda (Sodaasche). Ausser den im Meere selbst n Fucusarten sind es besonders die Gattungen *Statice*, *Chenopodium*, *Mesembryan-ılsola*, *Atriplex*, *Salicornia* u. s. w.), welche zur Herstellung von Soda verwendet und wissen Gegenden cultivirt werden bez. wurden. Diese Pflanzen werden abgemäht, die

---

gl. R. Wagner, Regesten der Sodafabrikation, Leipzig, 1866; G. Lunge, Handbuch dustrie, 2. Aufl. (Braunschweig, 1893 bis 1896).

e Karlsbader Quellen fördern jährlich gegen 7000 t kohlensaures Natrium und 10 000 t ures Natrium zu Tage. Vgl. F. Fischer: Chemische Technologie des Wassers weig, 1878) S. 387.

Fucusarten zur Ebbezeit ans Land gebracht und am Strande getrocknet, darauf ir Asche verbrannt. Die erhaltene Sodaasche enthält 3 bis 30 Proc. Natriumcarl reinigt sie durch Auslaugen und Abdampfen der Lauge. Man unterscheidet:

a) Barilla, Soda von Alicante, Malaga, Cartagena, den canarischen Inseln; m sie aus der Barilla *(Salsola soda)*, welche an der spanischen Küste angebaut wird. 25 bis 30 Proc. Natriumcarbonat.

b) Salicor oder Soda von Narbonne, durch Verbrennen von *Salicornia an* Pflanze man aussäet und nach der Samenentwickelung erntet; enthält etwa 14 Pro carbonat.

c) Blanquette oder Soda von Aigues-mortes, aus den zwischen Aigues- Frontignan vorkommenden Strandpflanzen: *Salicornia europaea, Salsola Kali, Stati Artiplex portulacoides* u. a. dargestellt, enthält nur 3 bis 8 Proc. Natriumcarbonat.

d) Der Blanquette-Soda ähnlich ist die im südlichen Russland gebrauchte Ar welche in Armenien auf der Araxeshochebene dargestellt wird.

e) Noch geringer ist die Vareksoda (Tangsoda), welche in der Norm der Bretagne aus Tangen, besonders dem Blasentang *(goömon, fucus vesic* reitet wird.

f) Ziemlich gleichwerthig ist der Kelp, den man an den westlichen Küsten (niens (in Schottland, Irland und auf den Orkneyinseln) aus Salsola- und Tangarten *ratus* und *F. nodosus*, ferner *Laminaria digitata)*, auf der Insel Jersey auch aus Seeg *marina)* darstellt (S. 458).

g) Die aus der Zuckerrübe stammende Soda wird bei der Verarbeitung de kohle der Rübenmelassebrennereien neben Potasche erhalten (vgl. S. 458).

Leblanc'sches Sodaverfahren. Nach Leblanc[1]) werden 100 Th. saures Natrium, 100 Th. Kalkstein und 50 Th. Kohle geschmolzen; die Sch ausgelaugt, die Lösung liefert beim Eindampfen Soda. Jetzt schwankt in schiedenen Fabriken der auf 100 Th. Sulfat angewendete kohlensaure Kalk zw bis 121 Th., die Kohle zwischen 40 und 75 Th. Der natürliche kohlens wird in einigen Fabriken zum Theil durch den Kalk der ausgelaugten und ents Sodarückstände ersetzt.

Man verwende die Stoffe in Stücken, damit die Sodablöcke porös genu das Auslaugen zu erleichtern. Zum Schmelzen wird meist ein Flammofen Herden verwendet. Auf dem weniger heissen Herd wird das Gemenge vo auf dem der Feuerung zunächst liegenden unter Umrühren geschmolzen Flämmchen erscheinen, wird die Masse durch die Arbeitsöffnungen aus der Blechkästen gekrückt, in welchen sie erkaltet.

Verf.[2]) untersuchte die Temperatur der Sodaschmelze und die Z setzung der aus Sodaöfen entwickelten Gase. Er fand u. A.:

---

1) Der geringe Gehalt der französischen Sodaaschen an kohlensaurem Natriu Frankreich lange Jahre hindurch in eine grosse Abhängigkeit von Spanien. Alle die Verfahren, welche von den französischen Chemikern ausfindig gemacht wurden, aus salze eine der Barilla gleichkommende Soda zu liefern, führten zu keinem Resultate und verlockende Preise, welche die Pariser Akademie der Wissenschaften für die Aufgabe ausgesetzt hatte, wurden nicht errungen. Nach wie vor gingen von Fran jährlich 20 bis 30 Millionen Franken für Soda nach Spanien. Als in Folge der R kriege die Einfuhr von Soda und Potasche gehemmt war und alle Potasche, die Frank erzeugte, sofort von den Salpetersiedern und Pulverfabrikanten verbraucht wurde, f Wohlfahrtsausschuss im Jahre 1793, dass ihm über alle Sodafabriken die genaueste mitzutheilen seien. Der Fabrikant Leblanc war unter den Ersten, welche diese Folge leisteten, und die Grundsätze, nach denen er im Begriff stand, eine Sodafal richten, der allgemeinen Benutzung überliess. Sein Verfahren ist bis zum Aufkc Ammoniakverfahrens fast ausschliesslich angewendet.

2) J. 1877, 298; 1880, 231 u. 274. — Nach Lechatelier schmilzt Natriumca 810°, Natriumsulfat bei 867° (J. 1887, 612).

	Kohlensäure Proc.	Sauerstoff Proc.	Temperatur
) Minuten nach der Beschickung . .	—	—	713°
) „ „ „ „ . .	15,7	5,3	—
) „ „ „ „ . .	18,1	3,3	779°
5 „ „ „ „ . .	—	—	874°
) „ „ „ „ und kurz vor dem Ziehen der Schmelze .	15,8	6,1	932°

'at, 160 k Kalkstein und 60 k Reductionskohle gaben 240 k Rohschmelze vand von 96 k Deisterkohle für die Feuerung. Bei Verwendung von west-ohle waren nur 42 k Feuerungskohle erforderlich und der Kohlensäuregehalt tieg auf 28 Proc.

Ofen mit Drehherd[1]) wird der Herd des Ofens von einem Cylinder welcher um seine Achse gedreht werden kann. Das Gemenge von Sulfat, und Kohle kommt in den mit feuerfesten Steinen ausgekleideten eisernen durch welchen eine kräftige Flamme geführt wird. Wenn die Masse im ı Fluss geräth, was nach etwa einer Stunde der Fall ist, wird der Cylinder in versetzt, so dass er in je 3 Minuten sich einmal umdreht, bis die Schmelze

rösste bis jetzt gebaute „Revolverofen" wurde für die Widnes Alkali Comp. gebaut und verrichtet die Arbeit von 18 Handöfen, bedeckt aber nur den Raum von en; der Drehapparat liefert täglich 80 bis 90 t Rohsoda. Die Feuerung bedeckt eine 5,1 m × 3,1 m und erfordert stündlich 1,27 t Kohle. Der eigentliche Drehcylinder besteht aus einem schmiedeisernen, mit feuerfesten Steinen ausgefütterten Cylinder, zwei Stahltragringen versehen ist. Die Tragringe ruhen auf vier kleinen Rädchen. er wird durch eine Zahnradübersetzung durch zwei danebenstehende kleine gekuppelte hinen in Bewegung gesetzt. Ueber denselben befinden sich die Fülltrichter, hinter bdampfpfannen zur Verwerthung der Abhitze.

abildung. Während des Sodabildungsprocesses im Sodaofen geht der vor-ohlenstoff in Kohlensäure über:

$$Na_2SO_4 + 2C = Na_2S + 2CO_2 \text{ und}$$
$$Na_2S + CaCO_3 = Na_2CO_3 + CaS.$$

end der Operation der Sodabildung und namentlich gegen das Ende derselben sich aber aus dem schmelzenden Gemenge Kohlenoxyd und verbrennt mit mme; die Gasentwickelung dauert selbst noch fort, nachdem die Schmelze)fen gezogen worden ist. Die Bildung des Kohlenoxydes ist wichtig, weil ftreten wahrnehmen lässt, wenn die Hitze hinlänglich hoch und die Haupt-endigt ist. Durch die Untersuchungen Unger's ist es ausser Zweifel, dass duction des Sulfates durch Kohle sich nur Kohlensäure und kein Kohlenoxyd . Das Kohlenoxyd bildet sich also nicht während der Reduction des Sulfates, das Resultat der Einwirkung der Kohle auf die überschüssig angewendete er den Kalkstein. Die Reduction des Calciumcarbonates durch Kohle findet eit höherer Temperatur statt als die Reduction des Sulfates; sie erfolgt auf e, d. h. nach Beendigung der Hauptreduction. Das Natriumcarbonat ist g gebildet (vgl. J. 1880, 276). Man hat demnach drei Abschnitte in dem dungsprocesse zu unterscheiden: zuerst findet Reduction des Sulfates vickelung von Kohlensäure statt: $Na_2SO_4 + 2C = Na_2S + 2CO_2$; hierauf loppelte Zersetzung zwischen dem entstandenen Schwefelnatrium und dem rbonat vor sich: $Na_2S + CaCO_3 = Na_2CO_3 + CaS$; dann findet theilweise ı das Erkalten der Masse aufgehaltene) Reduction des überschüssig ange-

---

1875, 372; 1877, 295; 1880, 275; 1887, 529; Lunge: Sodaindustrie, 2. Aufl.

wendeten Calciumcarbonates durch die Kohle statt ($2CaCO_3 + 2C = 2CaO$
Beim Auslaugen gibt der entstandene Aetzkalk zur Bildung von Aetzna
lassung.

Die Theorie verlangt mithin auf 100 Th. Sulfat nur gegen 20 Th. K
übliche Zusatz von überschüssigem Kohlenstoff gewährt aber in zweifache
Vortheil, nämlich einmal als Ersatz für denjenigen, welcher im Laufe der C
Folge unvollkommener Mischung einen Theil der Kohlensäure zu Kohlenox
hat; das andere Mal erlaubt der Zusatz genau den Zeitpunkt wahrzun
die Reaction beendigt ist, da die Schmelze der Einwirkung der Ofenhitz
werden muss, nachdem die Entwickelung von Kohlenoxyd begonnen und be
gehört hat.

Rohsoda hat annähernd folgende Zusammensetzung (vgl. S. 471):

Natriumcarbonat	45 Proc.
Schwefelcalcium	30
Aetzkalk	10
Calciumcarbonat	5
Fremde Stoffe	10

Zuweilen bilden sich in der Rohsoda Krystalle eines Schwefelcalcium-Th
silicates: $2CaS . 6Ca_3SiO_5 . Al_3SiO_5$, sowie des Silicates $Ca_3Si_2O_7$. Etwa 5 Proc. d
bilden unlösliche Verbindungen (vgl. J. 1887, 530).

Rohsoda wird namentlich in England ohne weitere Behandlung zur Seifenfa
der Bleicherei und zur Fabrikation von Flaschenglas verwendet.

Ueberführung der Rohsoda in gereinigte Soda durch
und durch Abdampfen. Die erstarrten Blöcke von Rohsoda setzt man vo
laugen gewöhnlich einige Tage lang der Luft aus, nicht nur um sie vollstän
zu lassen, sondern auch, damit sie etwas zerfallen, wodurch die spätere
erleichtert wird.

Wie J. Kolb gefunden hat, ändert das Aussetzen der Rohsoda an vollkomm
Luft deren Beschaffenheit nicht merklich; es kann dieselbe, wenn sie verbrann
Schwefelnatrium enthält, sogar verbessern, indem das Schwefelnatrium in thiosc
Natron übergeht. Bei 100° scheint trockene Luft ebenfalls ohne Wirkung auf die
sein; wenn aber die Temperatur Glühhitze erreicht, so verwandelt sich das Schwef
schwefelsauren Kalk, welcher den Titre der Soda verringert, indem er beim Auslau
kohlensaurem Natron unter Bildung von schwefelsaurem Natron zersetzt. — Nac
beginnt die Verringerung des Titre schon zwischen 200 und 300° merklich zu wer
daher zu empfehlen, die Abkühlung der Soda nach dem Herausnehmen aus dem O
lichstem Abschluss der Luft in dicht verschlossenen Wagen stattfinden zu lassen.

An feuchter Luft entwickelt sich durch Zersetzung des in der Rohsoda enthalte
natriums Ammoniak, und der Kalk geht in Hydrat über; in Folge der Ausdehnu
fällt der Sodaklumpen in Stücke. Das Kalkhydrat geht langsam in Calciumcar
welches eine Verringerung des Gehaltes der Lauge an Aetznatron zur Folge ha
oxydirt sich das Schwefelnatrium (dessen Gegenwart immer durch rothe Flecken an
und geht in Natriumthiosulfat über. Dieser günstige Einfluss wird durch die Ox
Schwefelcalciums aufgewogen, so dass feuchte Luft, ebenso wie trockene Luft, nu
brannter Soda günstig wirkt. Wenn sie auch die Causticität einer gut bereitete
mindert, so geschieht dies doch nur zum Nachtheil ihres Alkaligehaltes, den sie z
ebenso rasch verringert. Die Einwirkung der Luft darf daher im Allgemeinen n
dauern als nöthig ist, damit der Kalk zum Theil in Hydrat übergeht, welcher die
der Rohsoda erleichtert. Die auf das Zerfallen derselben zu verwendende Zeit k
dem Feuchtigkeitsgehalte der Luft und dem Gehalte der Soda an freiem Kalk von 3
dauern.

Der sog. Shanks'sche (richtiger Buff-Dunlop'sche) Auslauge
benutzt die Thatsache, dass eine Lösung um so schwerer wird, je mehr Sal
enthält, und dass einer Flüssigkeitssäule einer schwachen Lauge von eine

ch eine minder hohe Flüssigkeitssäule einer stärkeren Lauge das Gleich-
halten wird. Nach diesem Grundsatze stehen die Bottiche in der Zahl von
Fig. 403) in einer Reihe wagrecht neben einander; durch dieselben läuft
elches, indess es die Bottiche durchströmt, die Soda auslaugt und dadurch
h zu Bottich dichter wird; der Stand der Flüssigkeit sinkt von Bottich zu
n dem ersten an, der
sser enthält, bis zu
n, von welchem ge-
lalauge abläuft. Die
nd mit einem falschen
aus gelochtem Blech
Vom Boden eines
ichs geht ein Rohr T,
beiden Seiten offen
sen untere Oeffnung
eschnitten ist, bis an
äche und trägt seit-
rzes Rohr t, welches,

Fig. 403.

r Zeichnung hervorgeht, einen Bottich mit dem andern verbindet. Durch
ähnen versehenen Wasserleitungsrohre r kann jeder Bottich mit Wasser ver-
den. Durch die am Boden der Bottiche befindlichen Hähne R kann die
die Rinne c' geleitet werden. Vier Waschungen sind in der Regel ge-
Der eine Bottich enthält also Rohsoda, welche bereits 3 Waschungen durch-
at, und daher nur geringe Mengen löslicher Salze enthält. Dieser Bottich
demnach Aussüsswasser, welches dann, nachdem es der Soda alles Lösliche
n den Bottich (II) gelangt, dessen Soda erst zweimal ausgewaschen worden
auf geht die Lauge in den Bottich (III), dessen Inhalt erst ein einziges
Wasser in Berührung gewesen war, und endlich in den mit frischer Roh-
ickten Bottich (IV). Von da aus läuft die Lauge nach dem Sammel-
Der Bottich (I) wird mit Rohsoda versehen; man ändert durch die in die
n der Blechrohre gebrachten Zapfen den Weg der Lauge in der erforder-
eise ab. Da die Bottiche abwechselnd gefüllt und entleert werden, so
rjenige, der zuletzt beschickt wurde, auch die reichhaltigste Masse und die
e Flüssigkeit, die am dichtesten ist und deshalb am tiefsten steht; folglich ist
tich bis zur neuen Reihenfolge der Austrittsbottich, aus welchem man die ge-
auge gewinnt. Andererseits enthält der Bottich, in welchem in diesem
ke die erschöpfteste Masse sich befindet, die schwächste Lauge und diese
n höchsten Stande. Dieser Bottich bildet das Eintrittsgefäss für das reine
Sobald die Beschickung in diesem Bottich völlig erschöpft ist, entfernt man
rsetzt sie durch neue Beschickung; durch Oeffnen einer Reihe von Hähnen
er Bottich in den Austrittsbottich übergeführt. Zugleich leitet man den
tes Wasser in den benachbarten Bottich u. s. w. Je mehr Bottiche eine
hält, um so eher lässt sich eine bestimmte Menge Rohsoda in einer gegebenen
öpfen. Es genügt, dass die ablaufende Lauge eine Dichte von 1,27 bis 1,286
einem Gehalt von ungefähr 13,5 Proc. vom Gewichte der Flüssigkeit ent-

Zusammensetzung der durch Auslaugen der Rohsoda gewonnenen **Lauge**
er Beschaffenheit der Rohsoda, von der Dauer der Einwirkung der Luft und
rs und der dabei angewandten Temperatur abhängig. Trockene Rohsoda
in Aetznatron, dessen Gegenwart in der Lauge rührt nur von der Einwirkung

des Kalkes auf das Natriumcarbonat bei Gegenwart von Wasser her. Die Schwefelnatriums in der Lauge ist nur von der Art des Auslaugens abhängig ist es Natriummonosulfuret, welches in der Lauge enthalten ist, Polysulfu durch das zugleich vorhandene Aetznatron in Monosulfuret verwandelt wer Menge des Wassers, welche man zum Auslaugen der Rohsoda anwendet, ist fluss auf die Causticität der Lauge, während die Schwefelnatriummenge mit d menge, der Digestionsdauer, der Temperatur- und Concentrationszunahme zunimmt in Folge der vermehrten Löslichkeit des Schwefelcalciums, welches in Calciumsulfhydrat und Kalkhydrat zerfällt; erstere Verbindung gibt dan Aetznatron Schwefelnatrium und zwar um so leichter, je concentrirter die Auch kohlensaures Natrium setzt sich mit dem Schwefelcalcium um: je verd Lösung, je höher die Temperatur und je länger die Einwirkung war. Man die Rohsoda rasch auslaugen, dabei möglichst wenig Wasser anwenden und peratur so niedrig wie möglich halten.

Eisen können Sodalaugen enthalten als Eisensulfid, Eisencarbon säure und Ferrocyannatrium. Eisensulfid wird nur dann in Lösungen vo carbonat vorkommen, wenn dieselben Natriumsulfid enthalten; es setzt sich a Lösungen bei längerem Stehen von selbst vollständig ab. Als Eisencarbo das Eisen vor in Lösungen, welche entweder durch Oxydation oder durch Entsc mittels eines Metalloxydes, z. B. Zinkoxyd, von Schwefelnatrium befreit u mit Kohlensäure behandelt worden sind. Eine Bicarbonat enthaltende L kohlensaurem Natrium löst Eisenoxyd in beträchtlicher Menge. Die Lösung und setzt das Eisen auch nach langer Zeit nicht ab. Zusatz von Aetznatr sofort das Eisen aus einer solchen Lösung. Als Eisensäure kommt das Eisen in geschmolzenem Aetznatron vor. Dies ist aber nur bei fehlerhafter Arbei In Rohsodalaugen, wie sie aus der Laugerei kommen, kann nur Eisensulfid cyannatrium vorhanden sein. —

Die Verwerthung der Sodarückstände wird S. 474 besprochen.

Reinigen und Abdampfen der Lauge. Die durch Absetze den Klärbehältern von allen schwebenden Theilchen befreite Rohlauge enthä lich Natriumcarbonat und Aetznatron, ausserdem Kochsalz und andere Natri geringer Menge. Beachtenswerth ist die Gegenwart von Schwefeleisen natrium in der Rohlauge, welches die Ursache der Färbung des Sodasalzes dampfen ist. Um die Ausscheidung dieser störenden Eisenverbindung zu lässt man die Laugen in den Klärbehältern längere Zeit verweilen, damit Schwefeleisen absetzt.

Zur Zersetzung des Ferrocyannatriums erhitzen Hurter und Carey d in einem Schlangenrohre auf 180°. Erhitzt man nämlich eine Lösung Natriumthi Ferrocyankalium im geschlossenen Rohr auf 180°, so findet eine eigenthümliche statt. Es scheidet sich ein grünlich grauer Niederschlag ab, welcher die Zusamm $KFeCy_3$ hat. Der Rest, genau die Hälfte des Cyans, findet sich als Sulfocyan Lösung. Die Zersetzung findet nach folgender Gleichung statt: $K_4FeCy_6 + 3$ $KFeCy_3 + 3KCyS + 3Na_2SO_3$. Enthält aber die Lösung kohlensaures Natron, so ze das Ferrocyan vollständig, indem das Eisen als Oxydul sich ausscheidet, nach folgender $Na_4FeCy_6 + 6Na_2S_2O_3 + 2Na_2CO_3 + H_2O = 6NaCyS + 6Na_2SO_3 + 2NaHCO$ Ferner spaltet sich ein Theil des Cyans in Ammoniak und Ameisensäure bez. ame Natrium so, dass die Gleichung, welche die in den Laugen vorgehende Reaction am darstellt, die folgende ist: $Na_4FeCy_6 + 5Na_2S_2O_3 + 2NaCO_3 + 3H_2O = 5NaCyS + 5$ $NaCHO_2 + NH_3 + 2NaHCO_3 + FeO$ (J. 1880, 285).

Wenn nach Hawliczek (J. 1889, 419) Ferrocyanide, Cyanate oder Sulfoc Alkalien, ohne den Dissociationspunkt des Ammoniaks zu überschreiten, bei genüg Temperatur mit Wasserdampf behandelt werden, so zersetzen sich die Cyanogenver

ık, welches abdestillirt, und kohlensaures Alkali, welches zurückbleibt, nach folgender

$$Na_4FeCy_6 + 10H_2O = 2Na_2CO_3 + 6NH_3 + 4CO + H_2 + Fe.$$

ulfid kann auch durch Oxydation beseitigt werden, wie es in England nach dem Ver- Gossage mit Hilfe der atmosphärischen Luft geschieht. Pauli beschleunigt die der Schwefelverbindungen in den Rohsodalaugen durch Zusatz von wenig Mangan- nell entschwefelt mit Zink bez. Zinkoxyd (J. 1880, 277).

dampft die Lauge bis zu einem gewissen Grade ein; aus der übersättigten den Flüssigkeit scheidet sich nun das kohlensaure Natron als krystallinisches odasalz oder Sodamehl) mit 1 Mol. Wasser ($Na_2CO_3 + H_2O$) aus. aasse, als die Ausscheidung erfolgt, zieht man es heraus (soggt es). Während mpfens und Soggens fliessen immer neue Mengen Laugen aus den höher Pfannen zu, so lange als noch ein genügend reines Salz erhalten wird. Die ge (Rothlauge) enthält vorzugsweise Aetznatron und Schwefelnatrium, reichliches Vorhandensein das Lösungsvermögen der Lauge für die Salze aufhebt. Die ausgesoggte und durch Abtropfenlassen oder durch Schleudern Mutterlauge so viel als möglich befreite Soda wird auf dem Herde eines ns unter Umrühren ausgetrocknet und calcinirt, um das Schwefelnatrium der en Mutterlauge zu oxydiren und ein völlig weisses Product, die calcinirte erhalten.

erschiedenen Sorten des Handels können dadurch erhalten werden, dass man das es Eindampfens der Lauge sich ausscheidende Salz nach der Zeitdauer des Ver- verschiedene Klassen theilt. Das zuerst erhaltene Salz (der erste Ausschlag) liefert orte; beim weiteren Verdampfen wird das Salz, wie gesagt, immer weniger rein, und ler Hand des Sodafabrikanten, wie viele Sorten er darstellen will. Eine Soda, welche kalisches Natron enthält, heisst 90grädige Soda; eine Soda von 70 Proc. Gehalt an Natron wird 70grädig genannt. Das Uebrige ist Sulfat und Kochsalz, neben einer nge von Sulfit, das bei dem Calciniren entstanden ist. Kleinkrystallinische Soda durch Rühren der Lösung (J. 1899, 399).

K. W. Jurisch (J. 1880, 278) sind in der Fabrik von J. Muspratt in Widnes von Rohsodaproben untersucht worden, und zwar aus dem Revolverofen im Juli em Handofen im November 1874 (II), einem Revolverofen im April 1876 (III) der orik und im Februar 1876 aus einem gleichen Ofen der Fabrik von Ch. Tennant x (IV):

	I	II	III	IV
Na_2CO_3	41,592	41,760	46,154	45,280
NaCl	1,205	1,386	0,673	1,740
Na_2SO_4	1,213	2,264	0,353	1,505
Na_2SO_3	0,145	0,534	—	—
$Na_2S_2O_3$	—	0,315	0,593	1,135
SiO_2	2,375	4,090	2,680	3,120
Al_2O_3	1,080	1,503	0,785	1,021
Fe_2O_3	0,877	1,107	1,015	0,724
$CaCO_3$	11,616	6,636	9,686	5,114
CaO	5,689	5,816	1,695	1,328
CaS	29,783	31,938	33,615	30,985
MgO	—	0,303	0,404	0,295
Kohle	4,425	3,260	3,500	7,370

ngewendeten Mischungsverhältnisse (vgl. S. 467) waren folgende:

	I	II	III	IV
Sulfat	100	100	100	100
Kalkstein	106	109	78	73
Kohle mit 10 Proc. Asche	55	56	47,5	41
Mactear's Kalk (J. 1879, 310)	—	—	7,3	7

rend der Monate December 1879, Januar, Februar und März 1880 wurden von den Revolver-Rohsodalaugen Proben genommen und deren Mischung jede Woche Dabei enthielt 1 l in g:

	Mittel	Höchste	Niedrigste
		vorgekommene Zahl	
Gesammt Na_2O	187,980	198,380	168,950
Na_2O als Na_2CO_3	147,930	161,180	131,750
NaO_2 als $NaOH$	40,050	47,740	37,200
Na_2CO_3	252,910	275,560	225,250
$NaOH$	51,680	61,600	48,000
$NaCl$	10,682	15,503	6,274
Na_2SO_4	2,793	3,755	1,944
Na_2SO_3	0,291	0,543	0,150
$Na_2S_2O_3$	1,327	2,080	0,980
Na_2S	4,149	5,043	2,925
Na_4FeCy_6	0,768	1,050	0,510
SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3	4,656	5,630	3,850

Ausserdem wurden im Februar 1880 täglich Proben der rothen Lauge (II), dirten rothen Lauge (III) und der causticirten rothen Lauge (IV) genomm Ende des Monats analysirt. Im Vergleich mit dem Mittel aus den Februar-Ana Revolver-Rohsodalaugen (I) enthielt 1 *l* in g:

	I	II	III	IV
Gesammt Na_2O	191,270	189,630	158,800	116,850
Na_2O als Na_2CO_3	149,270	106,300	81,430	14,440
Na_2O als $NaOH$	42,010	83,330	77,380	102,410
Na_2CO_3	255,200	181,790	139,220	24,690
$NaOH$	54,200	107,520	99,840	132,140
$NaCl$	9,719	26,413	19,481	12,650
Na_2SO_4	2,953	11,809	9,143	7,204
Na_2SO_3	0,306	5,603	1,126	2,396
$Na_2S_2O_3$	1,437	6,085	9,693	2,948
Na_2S	4,188	8,424	1,262	2,507
Na_4FeCy_6	0,710	2,280	1,500	0,280
SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3	5,118	6,700	4,610	0,960
Spec. Gewicht	1,279	1,290	1,235	1,170

Die von den Revolversalzen abtropfende rothe Lauge (II) ist durch condensirt etwas verdünnt, mit welchem die Salze zur besseren Reinigung behandelt werden. Die der rothen Lauge geschah durch Einblasen von Luft mittels eines Körting' bläses unter Mitanwendung von Weldon-Schlamm, die Causticirung nach Parnell (J. bei 3 Atmosphären Druck. Die Analysen bestätigen, dass fast alle Verunreinigungen sodalauge in die rothe Lauge übergehen, dass beim Oxydiren derselben das Schwef in dithionigsaures Natrium sich umwandelt und dass beim Causticiren nach Parnel theilweise wieder Schwefelnatrium und schwefligsaures Natrium bildet. Hierbei sc Kalk auch Kieselsäure, Thonerde und Eisenoxyd, anscheinend auch etwas Cyan, mit ni

Es werden von Jurisch ferner mitgetheilt das Mittel (II), sowie die höchsten niedrigsten (IV) Werthe aus 20 täglichen Analysen, September 1879, von Revolvers Pechiney (J. 1879, 309) der Runcorn Soap and Alkali Company in Run zogen auf 100 Th. Gesammtnatron, welches als Na_2CO_3 und $NaOH$ zugegen ist und gleich aus der Muspratt'schen Fabrik die Analyse eines 16tägigen Durchschnittsm Rohsodalaugen von Handöfen, März 1880 (V), sowie das Mittel der Januar-Ana Revolver-Rohsodalauge (I):

	I	II	III	IV	V
Na_2O als $NaOH$	21,290	13,320	15,160	8,500	33,570
$NaCl$	5,930	—	—	—	7,279
Na_2SO_4	1,720	4,142	5,400	2,800	6,042
Na_2SO_3	0,164	—	—	—	0,383
$Na_2S_2O_3$	0,666	1,486	1,630	1,200	1,081
Na_2S	2,053	1,433	1,820	0,930	1,359
Na_4FeCy_6	0,358	0,216	0,348	0,174	0,150
SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3	2,373	—	—	—	2,730

die Rohsodalauge ohne Weiteres bis zur Trockene verdampft, so dass keine Mutter-
·, so bedient man sich oft eines Flammofens. Man stampft zuerst auf der Ofensohle
Lage Sodasalz fest, damit die einzudampfende Lauge nicht mit den Backsteinen in
kommt. Sobald der Ofen dunkle Rothglühhitze angenommen, lässt man die bis auf
npfte Lauge in den Ofen fliessen. Durch Umrühren mit eisernen Krücken erhält
lz pulverig. Sobald eine genügende Menge Salz erhalten worden ist, hemmt man das
ı der Lauge und zieht das trockene Salz aus dem Ofen.
rown erhielt bei der Analyse von Sodasalz, durch Eindampfen der Rohlauge

	I	II
Natriumbicarbonat	68,907	65,513
Natriumhydrat	14,433	16,072
Natriumsulfit	7,018	7,812
Natriumthiosulfat	2,231	2,134
Schwefelnatrium	1,314	1,542
Chlornatrium	3,972	3,862
Natriumaluminat	1,016	1,232
Natriumsilicat	1,030	0,800
Unlösliche Substanz	0,814	0,974
	100,000	100,000

Verwenden von oberschlägigem Feuer beim Eindampfen der Lauge
Theil der in den Rauchgasen enthaltenen Schwefligsäure von der Sodalauge
ıen, so dass die Soda minderwerthig wird (vgl. J. 1885, 242). — In der
ıenania und in Saarau wird nun auf Vorschlag von Thelen das Ab-
ı der Sodalaugen in einer halbrunden Pfanne von 1 m Radius und 7 m
geführt. An der durch Schnecke *E* (Fig. 404 u. 405) bewegten Welle *W*
gen *F* befestigt, welche freihängende, schrägstehende Schaufeln *G* tragen.

Fig. 404.

Längenschnitt

berühren beim Durchgange durch die Lauge den Boden der Pfanne und be-
Fortschieben des Salzes gegen das Ende hin, wo sie durch eine Schaufel nach
schoben werden, um in einem ähnlichen Trockenapparate getrocknet zu werden
375; 1880, 293).

fs der Darstellung von krystallisirter Soda oder Sodakrystallen,
$10H_2O$ (mit 63 Proc. Wasser) löst man die calcinirte Soda im heissen Wasser bis zur
klärt die Flüssigkeit durch Absetzenlassen und lässt sie in eisernen Gefässen bis zum
ehen, wo die Soda in grossen Krystallen sich absetzt. Nach dem Abtropfenlassen
nan die Masse und lässt sie in einer bis auf 15 bis 18° erwärmten Trockenkammer
(Vgl. S. 488.)

Soda- und Natronschmelzkessel sollen von anderem Eisen hergestellt Sulfatschalen. Grosse Säurefestigkeit erfordert einen hohen Gehalt an ch bundenem Kohlenstoffe, sowie einen geringen Graphitgehalt; grosse Widerstan gegen Alkalien verlangt umgekehrt einen hohen Gehalt an Graphit und einen niedrigen Gehalt an gebundenem Kohlenstoff. I Falle muss das Eisen viel Mangan und wenig Si zweiten Falle viel Silicium und möglichst wen halten. Man kann also aus derselben Eisenmi weder nur gute Sulfatschalen und schlechte Soda schlechte Sulfatschalen und gute Sodakessel oder, das häufigste, mittelmässige Sulfatschalen und mi Sodakessel giessen. — Schmelzende Alkalien lös bundenen Kohlenstoff mit dunkelbrauner Farbe, fer als mangansaures, Phosphor als phosphorsaures Sa das Eisen meist um so stärker angegriffen wird, je diesen Stoffen vorhanden ist. Graphit und Sil Ferrosilicium werden jedoch von Alkalien sehr la gegriffen. Um die Alkalifestigkeit einer Gusseis bestimmen, werden 5,6 g desselben mit 6,2 g Aetzn 9,4 g Aetzkali bis zum ruhigen Schmelzen erhitzt, di in Wasser gelöst und der Gewichtsverlust des Eisens Zur Bestimmung der Säurefestigkeit will Föhr in schmelzendes saures schwefelsaures Kalium legen. 5,6 g einer Sulfatschale solle Kaliumbisulfat höchstens 25 Proc. verlieren. (J. 1886, 295.)

Fig. 405.

Verwerthung der Leblanc-Sodarückstände[1]. Diese Rückstände sind die grösste Schattenseite des Leblanc'schen Verfahrens betrachtet worden. I Menge von Schwefel, welche in die Fabrikation eingetreten, ist in diesen Rü untergegangen. Jede Tonne Alkali gibt $1^1/_2$ t trockenen Rückstand und die Weise erzeugten gewaltigen Massen werden vielfach in der Nähe der Fabr gehäuft, wo sie oft ganze Berge bilden. Diese Rückstände entwickeln bei heisse bedeutende Mengen von Schwefelwasserstoff, entzünden sich zuweilen (J. 18 durch Regen und Tagewässer werden grosse Mengen einer gelb gefärbten, sulfuret und Calciumpolysulfuret enthaltenden Flüssigkeit ausgelaugt, welche d der Brunnen und Wasserläufe verunreinigen[2]).

Chance gibt folgende im Juni 1882 ausgeführte Analysen von Sod ständen (s. Tabelle S. 475.)

Erst seit dem J. 1863 etwa wird Schwefel aus Sodarückständen in regel Betriebe gewonnen, namentlich nach dem Verfahren von Guckelberge L. Mond in verbesserter Form in die Praxis eingeführt), von Schaffner (in von P. W. Hofmann (in Dieuze) und von M. Schaffner und W. Helbig

Das ältere Schwefelregenerationsverfahren von M. Schaff fasst die Darstellung der schwefelhaltigen Lauge, die Zersetzung der erhalten und die Fällung des Schwefels.

Zur Darstellung der schwefelhaltigen Lauge werden die Sodarückstände einer an der Luft unterworfen, indem man dieselben in grosse Haufen aufstürzt. Der Haufe sich nach einiger Zeit und es beginnt die Bildung von Polysulfureten und bei weiterer die Bildung von thioschwefelsauren Salzen. Nach einigen Wochen hat der Haufen eine gelbgrüne Farbe und er ist zum Auslaugen reif. Er wird aufgehackt, die grösser zerschlagen, bleibt noch etwa 24 Stunden an der Luft liegen, wo dann die gewünschte vollständig wird. Das Auslaugen geschieht mit kaltem Wasser wie beim Auslaugen Soda, so dass man es am Schlusse nur mit concentrirten Laugen zu thun hat. Dann w

---

1) J. 1880, 295; 1882, 348; 1883, 258 u. 326; 1884, 266, 307 u. 1218; 1888, 33 1889, 422; 1890, 467 u. 491; 1891, 370.

2) Vgl. Ferd. Fischer: Das Wasser, seine Verwendung, Reinigung und Be mit besonderer Berücksichtigung der gewerblichen Abwässer. (Berlin, 1891.)

riken	Gaskell, Deacon and Co., Widnes	British Alkali Co., Widnes	Netham Chemical Co., Bristol	Radcliffe Chemical Co., Manchester	Jas. Muspratt and Sons, Widnes	Jarrow Chemical Co., South Shields	C. Tennant and Co., St. Rollox Glasgow	J. C. Gamble and Sons, St. Helens	Chance Brothers, Oldbury bei Birmingham	
	Revolver	Revolver	Revolver	Revolver	Hand	Revolver	Revolver	Hand	Hand	
hung :										
. . . .	100,0	100,0	100,0	100,0	—	100,0	—	100,0	100,0	100,0
n . . .	86,0	86,0	95,5	105,0	—	100,0	—	105,0	105,0	105,0
. . . .	40 bis 42	40,0	53,4	33,33	—	57,0	—	57,5	65,0	65,0
m Rückst.	26,33	24,29	23,52	22,66	20,73	17,94	18,84	19,47	17,22	18,04
gewinnbar	25,28	23,87	23,10	21,30	19,87	17,83	17,59	17,17	15,59	16,83
„ Proc.	96,02	98,27	98,21	94,00	95,85	99,39	93,36	88,19	90,53	93,29
tand:										
rbonat .	3,16	2,57	—	0,45	—	—	—	3,69	1,63	1,97
yd . .	—	—	1,47	—	—	—	1,17	—	—	—
drat . .	—	—	—	—	—	1,88	—	—	—	—
rbonat .	21,19	28,10	20,07	38,14	35,26	27,92	28,41	23,64	38,81	36,92
drat . .	Spur	—	5,92	7,62	—	8,60	4,90	8,89	9,53	8,95
lfid . .	56,89	53,77	52,03	47,97	44,75	40,16	39,62	38,67	35,12	37,90
osulfat .	1,07	—	—	—	—	—	1,19	2,85	1,49	0,68
lfit . .	Spur	—	—	—	—	—	—	—	—	—
lfat . .	Spur	—	Spur	—	3,76	—	2,13	0,91	—	0,20
icat . .	3,53	1,47	—	—	—	2,96	—	4,19	—	—
f . . .	7,20	9,62	13,69	0,30	5,72	12,33	8,03	5,86	6,27	7,04
carbonat.	—	—	—	—	—	—	1,35	0,98	—	—
oxyd .	—	—	0,60	—	0,42	2,13	—	—	—	Spur
. . . .	1,02	0,74	1,98	—	2,45	2,13	8,62	1,01	0,13	0,34
l . . .	1,65	1,16	1,16	3,74	—	0,29	0,70	2,16	2,76	2,44
ioxyd .	—	—	—	—	1,64	—	—	—	—	—
e . . .	—	—	1,50	—	—	—	—	—	1,21	1,34
. . . .	2,82	0,89	2,09	2,51	6,00	0,66	3,98	7,41	2,61	1,79
Gesammt	98,53	98,32	100,51	100,73	100,00	99,06	100,10	100,56	99,56	99,47
alt des Rückst. .	29,20	29,41	27,50	—	—	—	—	—	30,40	29,96

tände noch einmal oxydirt, indem man sie in 1 m tiefe und ebenso breite Gruben bringt, den Auslaugekästen liegen, oder im Auslaugegefäss liegen lässt und die zweite Oxyurch beschleunigt, dass man mit einem Gebläse die Gase aus einem Kamin, in welches anlagen einmünden, unter den doppelten Boden des Auslaugegefässes führt. Diese ydation ist eine sehr energische, indem in 8 bis 10 Stunden der Process vollendet und abermals zum Auslaugen reif ist. Je nach Beschaffenheit der Sodarückstände kann Oxydation mehrfach wiederholen. Die Rauchgase wirken auf das Schwefelcalcium zersetzend ein, dass Polysulfuret und thioschwefelsaures Salz entsteht. Die Laugen sten Oxydation bestehen hauptsächlich aus Polysulfuret neben thioschwefelsauren i den Laugen von der zweiten Oxydation ist das thioschwefelsaure Salz vorherrschend ugen der dritten Oxydation enthalten noch mehr thioschwefelsaures Salz. Sämmten vereinigen sich in einem gemeinsamen Behälter.

Zersetzung der Lauge mit Salzsäure geschieht in geschlossenen Apparaten sen oder Stein. Die Zersetzung beruht darauf, dass thioschwefelsaures Calcium durch Schwefligsäure entwickelt unter Ausscheidung von Schwefel

$$CaS_2O_3 + 2\,HCl = CaCl_2 + SO_2 + S + H_2O.$$

Ferner, dass Schwefligsäure das Polysulfuret unter Ausscheidung von Schwefel in th
saures Calcium verwandelt

$$2\,CaSx + 3\,SO_2 = 3\,CaS_2O_3 + Sx.$$

Durch Titrirung wird die Schwefellauge auf ihren Gehalt an Polysulfuret und thiosch
Salz geprüft und darnach der Sodarückstand schwächer oder stärker oxydirt. Der d
von Salzsäure gefällte Schwefel wird mit so viel Wasser in einen gusseisernen ges
Kessel gebracht, dass die Masse eine breiartige Beschaffenheit hat; man lässt sod
einströmen, welcher einen Ueberdruck von $1^3/_4$ Atmosphären hat. Es schmilzt auf d
der Schwefel unter Wasser, die an dem Schwefel haftende Chlorcalciumlauge wird v
aufgenommen und der Gyps ist als feines Krystallpulver im Wasser vertheilt. Der un
geschmolzene Schwefel sammelt sich im tiefsten Theil des Kessels an und kann nun
und in die gewünschten Formen gegossen werden. Ist aller Schwefel abgeflossen, so
dann das gypshaltige Wasser ab, da Schwefel und Wasser sich scharf nach dem spe
scheiden. Gleichzeitig mit dem Schwefel gibt man eine kleine Menge Kalkmilch in de
kessel, um etwa noch vorhandene freie Säure unschädlich zu machen. Auf diese Wei
man etwa 50 bis 60 Proc. des in den Sodarückständen enthaltenen Schwefels in Form v
Schwefel. Auf 1 Th. Schwefel werden 2 bis 2,5 Th. Salzsäure gebraucht. Das Ve
wegen Preissteigerung der Salzsäure wohl allgemein wieder aufgegeben.

Mond's Regenerationsverfahren. Guckelberger bemer
durch Oxydation und Auslaugung der Sodarückstände Lösungen erhalten
welche nicht nur Thiosulfate, sondern auch Polysulfide in grosser Menge enthie
welche mit Säuren einen reichlichen Niederschlag von Schwefel gaben. Die
wurden im Auftrage Guckelberger's in Ringenkuhl von L. Mond a
dann von Mond selbständig weitergeführt. Die Sodarückstände bleiben in
laugekästen, deren Zahl verdreifacht wird. Der zwischen den beiden Böden b
Raum steht durch ein Rohr mit einem Gebläse in Verbindung, dessen Arbeit
in dem Rohre befindliches Register regulirt werden kann. Sobald die letzte S
abgezogen worden ist, bläst man Luft ein. Die Rückstände erhitzen sich b
beschleunigten Oxydation bedeutend (bis auf 94°), sie entwickeln Wasserdäm
an der Oberfläche derselben erscheinen weisse glänzende Flecken. An der M
entwickelten Wasserdämpfe, der Anzahl der Flecken und der Temperatur d
stände erkennt man, wenn der erforderliche Oxydationsgrad eingetreten i
Rückstände werden dann mit Wasser zugedeckt und einer methodischen Au
unterworfen. Die bei den verschiedenen Auslaugungen gewonnenen Flüs
werden gesammelt und dann in den Schwefelfällapparat übergeführt. Das
des Schwefels geschieht mittels Salzsäure in einem hölzernen, mit Deckel versc
Gefässe, in welchem sich eine Rührvorrichtung befindet, und welches mit einer
rohr für entwickelte Gase, sowie mit einem Rohre zum Einlassen von Wasserd
sehen ist. Man lässt abwechselnd Salzsäure und Schwefellauge eintreten.
setzung erfolgt ohne jede Entwickelung von Schwefelwasserstoff oder von Schwe
wenn man hierbei bestimmte durch die Praxis in jedem einzelnen Falle zu best
Verhältnisse festhält. Nach Mond wäre dies der Fall, wenn die Aequivalen
der Schwefellauge befindlichen Thiosulfate auf der einen sich zu denen der P
auf der andern Seite wie 1 : 2 verhalten; er setzt dabei voraus, dass die Ze
dieser Verbindungen durch Salzsäure fast ausschliesslich nach der folgenden G
erfolge:

$$CaS_2O_3 + 2CaSx + 6HCl = 3CaCl_2 + 3H_2O + xS.$$

Die Temperatur der Flüssigkeit in dem Schwefelfällapparat soll nicht u
sinken und nicht über 60° steigen; im ersten Falle setzt sich der gefällte
nur schwierig vollständig ab, im zweiten werden grössere Mengen von Gyps
welche sich dem Schwefel beimischen. Die zersetzten, neutral gewordenen
werden in Klärbehälter abgezogen. Der auf dem Boden desselben sich ansa
Schwefel wurde früher nach dem Auswaschen getrocknet, und direct geschmol

ın Lauge und oxydirten Rückstand in Berührung lässt, um so mehr Sulfid löst so stärker kann man oxydiren, ohne bei derselben Stärke der Lauge diese n zu erhalten. Man laugt aus (2 bis 3 Stunden ohne Schaden für die weitere ıigkeit des Rückstandes) und hält dabei die Lauge so, dass sie eben ein weniges n ist; denn je schwächer die Lauge, um so reicher an Sulfiden ist sie, je m so reicher an Hyposulfit; je mehr man also oxydirt, um so schwächer muss Lösung halten. Man arbeitet mit einer Lösung von 16° Tw. (heiss). Die ıss mit Abgangdampf auf 80 bis 90° gehalten werden, da sich sonst der in nicht leicht filtrirbarer Form bildet. Aus dem Zersetzer fliesst die lurch Rohr *f* (Fig. 406) auf die Filter und *g* direct, bei *i* durch Ueberlauf. Im Inneren tzers ist ein durchbohrter Balken *b* seitlich auf- nd steht durch die Oeffnung *c* mit der auf- ı Thonröhre *e* in Verbindung. Durch die bogenen Thonröhren *a* fliessen Lauge und Säure raulischem Verschluss zusammen, mischen sich Wege nach *e* und werden in die obere Schicht tzers entleert, um nach vollständiger Durch- mit dem mechanischen Rührwerk unten im auf die Filter abzufliessen. Die rechtwinklig Thonröhre *d* mündet durch die Wand des Zer- eine Rinne. Gewöhnlich ist sie mit einem ler mit Kautschukschlauch und Quetschhahn verschlossen und wird nur beim des Zersetzers benutzt. Man lässt den halben Inhalt desselben ausfliessen, n *d*, um die Röhre *b* und *c* zu entleeren, damit sie sich nicht durch Absetzen efel verstopfen können (J. 1882, 354).

Fig. 406.

lindres bläst man in gelben Laugen von Sodarückstand mittels eines Körting'schen uft bis zu dem Punkte ein, wo bei Behandlung mit Säure weder H_2S, noch SO_2 ab- rd und lässt dann die Zersetzung mit Salzsäure folgen. An dieser wird aber viel er- während der Oxydationsoperation ungefähr $^1/_4$ des Kalkes durch Oxydation von CaS ehr dichtem Zustande niedergeschlagen wird und leicht abfiltrirt werden kann, während l reichere Sulfide entstehen.

wefelregeneration von P. W. Hofmann. Dieses in der Sodafabrik zu Dieuze ;en in den Jahren 1864 bis 1866 ausgebildete Verfahren bezweckte die Wiedergewin- chwefels aus den Sodarückständen und die Wiederbelebung des Mangans aus den bei alkfabrikation abfallenden sauren Manganlaugen. (J. 1869, 185). Das Verfahren ben. —

r den Verlauf des Oxydationsprocesses, sowie über die Natur, namentlich der wefellaugen vorkommenden Polysulfide, wichen die Ansichten der Chemiker von ein- Nach P. W. Hofmann und E. Kopp soll das in den Sodarückständen enthaltene nosulfuret durch den Sauerstoff der Luft zunächst in Aetzkalk und Calciumbisulfuret werden. Die erstere dieser Verbindungen würde durch die Kohlensäure der in Calciumcarbonat umgewandelt, das Bisulfuret sofort zu thioschwefelsaurem Kalke Letzterer sollte durch die bei der Oxydation eintretende Temperaturerhöhung alsbald l und schwefligsauren Kalk gespalten, und dieses durch weitere Oxydation in Gyps werden. Der frei gewordene Schwefel soll sich dann mit vorhandenem Schwefel- S und CaS_2) zu den Calciumpolysulfureten CaS_4 und CaS_5 verbinden. Bei dem Auslaugen nde würden darnach vorwiegend Calciumthiosulfat neben geringen Mengen des fast un- alciumsulfits, sowie Calciumtrisulfuret und Calciumtetrasulfuret von dem Wasser auf- werden. Nach Mond sind ausser Calciumthiosulfat wesentlich Calciumbisulfuret und lrosulfuret in den Laugen anwesend. Nach Stahlschmidt zersetzt Salzsäure zu- Polysulfurete unter Schwefelabscheidung und Bildung von Schwefelwasserstoff, welcher handene Sulfite in Thiosulfate überführt. Fügt man nun neue Mengen von Salzsäure rd aus einem Theile des gelösten Thiosulfates unter Schwefelabscheidung Schwefligsäure

frei, welche auf unzersetztes Thiosulfat einwirkt, dieses nach einer längst bekannten, zuerst für die Alkalimetalle festgestellten Reaction, welche nach der Gleichung

$$2\,R_2S_2O_8 + 3\,SO_2 = 2\,R_2S_3O_6 + S$$

erfolgt, in Trithionat verwandelt. Sobald Salzsäure im Ueberschuss vorhanden ist, Schwefligsäure auf und gleichzeitig zerfällt das früher gebildete Trithionat, besonder erwärmt, in Schwefligsäure und Calciumsulfat. G. Lunge (J. 1878, 294) zeigt, das ein Gemisch von Thiosulfaten und Polysulfureten plötzlich mit einer grösseren Men versetzt und die Flüssigkeit zugleich stark rührt, auch Schwefligsäure und Schwefe neben einander auftreten und sich unter Bildung einer geringen Menge von Pentathio Tetrathionsäure) zu Wasser und freiem Schwefel zersetzen können. Die Pentathio bei dem Erhitzen und bei Gegenwart freier Salzsäure wieder unter Abscheidung von Schwefligsäure und Schwefelsäure zerfallen, d. h. zur Bildung weiterer Mengen vo anlassung geben.

Nach Divers findet, wenn feuchter Sodarückstand der Luft ausgesetzt wesentlich nur Hydration des Calciumsulfides statt. Die wichtigsten dieser hydri dungen sind: das Calciumhydrosulfid, ein farbloses krystallinisches Salz, w an der Luft schnell zu Calciumhydrat und Calciumhydroxyhydrosulfid zersetzt. hydroxyhydrosulfid, CaSH . OH . 3aq, fällt aus einer Lösung von Calciu welche mit Kalk- und Zuckerlösung versetzt ist. Die Verbindung entsteht ebenfalls, Kalkhydrat in eine Lösung von Calciumsulfhydrat gebracht wird und wenn man Kal Schwefelwasserstoff behandelt. In Lösung zersetzt sich die Verbindung bald unter A von Kalkhydrat. In einer concentrirten Lösung von Calciumsulfhydrat ist die Verb löslich und wird dann nicht durch Wasser zersetzt. Das Calciumsulfid im Sodarück zuerst in Calciumhydroxyhydrosulfid über und dieses ist die Quelle von Calciumsulf erstere Verbindung in Calciumsulfhydratlösung unlöslich ist, so können bei der Ausl Sodarückstand nur verdünnte Lösungen erhalten werden. Concentrirte Sulfhydrat wickeln leicht Schwefelwasserstoff unter Bildung von Calciumhydroxyhydrosulfi beiden Thatsachen haben bis jetzt alle Versuche, den grössten Theil des Schwefels in stande auf billige Weise durch Auslaugen in Lösung zu bringen, vereitelt.

Während nach den Verfahren, welche auf der Oxydation des Schwefelcalciu nur die Hälfte Schwefel gewonnen wird und aller Kalk nebst der anderen Hälfte S Sodarückstand zweiter Ordnung zurückbleibt, gewinnen Schaffner und Helbig[1] und allen Schwefel in brauchbarer Form wieder. Ihr Verfahren zur Darstellung von aus Sodarückständen und Schwefligsäure unter gleichzeitiger Gewinnung d Schwefel verbundenen Erden als Carbonate beruht auf der Verwendung des Chlor zum Zersetzen des Schwefelcalciums:

$$CaS + MgCl_2 = MgS + CaCl_2 \text{ und } MgS + 2\,H_2O = Mg(OH)_2 + H_2S.$$

Das Chlormagnesium wird wiedergewonnen, indem der aus Magnesia, Chlorcalciu übrigen Bestandtheilen des Sodarückstandes bestehende Rückstand von der Einw Chlormagnesiums auf Schwefelcalcium nach dem Austreiben des Schwefelwassersto wirkung von Kohlensäure ausgesetzt wird, wodurch kohlensaurer Kalk und Chlo entstehen:

$$MgO + CaCl_2 + CO_2 = MgCl_2 + CaCO_3.$$

Der Schwefelwasserstoff wird mittels Schwefligsäure in Schwefel übergeführt:

$$2\,H_2S + SO_2 = 3\,S + 2\,H_2O.$$

Hierbei bilden sich aber nicht nur Schwefel und Wasser, sondern auch Tetrathionsäure u. dgl. Diese schädliche Nebenreaction wird vermindert durch Verwe Chlorcalcium- und Chlormagnesiumlösungen. Welche Wirkung diese Chlorverbin der Reaction einnehmen, ist noch nicht festgestellt; doch steht fest, dass auf de schwefel, welcher vorhanden, etwa 1 Aeq. Chlorcalcium oder Chlormagnesium erfo Die Zersetzung der Sodarückstände mit Chlormagnesium geschieht in grossen eis schlossenen Behältern, welche mit einem Rührwerk versehen sind. Es wird entwede rückstand nach und nach in die gesammte zur Füllung eines Entwicklers erforderl Chlormagnesium eingeführt oder man lässt das Chlormagnesium zum gesammten Soc fliessen oder beide Stoffe werden in äquivalenten Mengen gleichzeitig nach und nach wickler eingeführt. Ein Entweichen von Schwefelwasserstoff wird dadurch vermied den Entwicklern und den Zersetzungsgefässen kein Druck entstehen kann; ferner d Schwefelwasserstoffzersetzern stets eine grössere Menge von Schwefligsäure vorräth wird, als dem zuströmenden Schwefelwasserstoff aus den Entwicklern entspricht. Na

1) J. 1878, 419; 1879, 273; 1882, 359; 1883, 258.

von Schaffner soll die Magnesia zum Zerlegen der Salmiaklaugen der Ammoniak-
n verwendet werden.

C. Opl soll der Schwefel durch Behandlung von Sodarückstand mit Schwefel-
gas als Calciumsulfhydrat in Lösung gebracht werden. Diese Lösung wird
n anderen Patente von H. v. Miller und Opl eingedampft, wobei sie sich in
asserstoff und freies Calciumhydrat zersetzen soll. (J. 1885, 246.) Das Ver-
de von der Fabrik Rhenania eingeführt, da durch die Erhöhung der Salzsäure-
Schwefelgewinnung aus Sodarückständen nach Schaffner und Mond
aaft geworden war (J. 1887, 538).

R. Hasenclever wurde der Wärmeverbrauch aus folgender thermochemischer
geschätzt:

$$CaS_2H_2 + 2\,H_2O = CaO_2H_2 + 2\,H_2O$$

$$\underbrace{-115\,360 - 2 \times 68\,320}_{-252\,000} \qquad \underbrace{217\,820 + 2 \times 4510}_{+226\,840.}$$

64 k als H_2CaS_2 vorhandenen Schwefels sind also 25 160 w zur Leistung der chemi-
it zuzuführen oder für 100 k Schwefel = 40 000 w. Gibt nun 1 k aschenhaltige
5000 nutzbare w, so werden für 100 k Schwefel 8 k Steinkohlen ermittelt.

Versuche von dem v. Miller-Opl'schen Verfahren wurden in grossem
ausgeführt. Der angewandte Apparat besteht aus horizontalen cylindrischen
ernen Apparaten mit Rührwerk (Fig. 407). Der Sodarückstand gelangt
den Mischapparat I, wo er mit Wasser aufgeschlämmt, und dann weiter in
ate II und
der Einwir-
Schwefel-
ausgesetzt
Calciumsulf-
steht. Der
V ist mit
ampfmantel
Die drei
pparate V,
ienen zum
der im
vorgewärm-
iumhydrat-
els Wasser-
Der Dampf
as untere
VII ein,
ht dasselbe
berhalb der
und dann
te VI und V in gleicher Weise. — Der entwickelte Schwefelwasserstoff nebst
hüssigen Wasserdampf gelangt dann in den Mantel des sog. Vorwärmers IV,
rer Cylinder mit einem Rührwerk versehen ist, und der zur Zersetzung vor-
e Calciumsulfhydratlauge enthält, während im Mantel die aus den Zer-
rern herkommenden Gase (Wasserdampf und Schwefelwasserstoff) circuliren
uge erwärmen, indem sie sich abkühlen. Die erwärmte Lauge durchfliesst
Reihe nach die Zersetzer V, VI, VII. Aus dem Mantel des Vorwärmers
un die Gase in einen aus Röhren zusammengesetzten Wasserkühler, damit
s schon theilweise im Mantel des Vorwärmers condensirten Wasserdampfes

Fig. 407.

zurückgehalten wird. Es entsteht alsdann Schwefelwasserstoff, der die A
gefässe III und II durchstreicht, welche aus dem Mischapparat I mit gleicl
Sodarückstand und Wasser beschickt werden. Hier wird die Hälfte des Schw
stoffs verbraucht, um das in Wasser vertheilte Schwefelcalcium zu lösen:

$$CaS + H_2S = H_2CaS_2,$$

die andere Hälfte aber entweicht aus Apparat II, um weiter nutzbar g
werden:

$$CaSH_2S + 2H_2O = CaOH_2O + 2H_2S.$$

Die angestellten Versuche haben zunächst ergeben, dass sich sämmtliche
calcium des Sodarückstandes in den Rührapparaten leicht mit Schwefelwa
Calciumsulfhydrat lösen lässt. Es findet hierbei Wärmeentwickelung statt,
Absorptionsrührer mit Wasser gekühlt werden müssen. Man erhält leicht
zu 28° B. mit 212 g Schwefel im Liter. Bei Zersetzung der Lauge mit W
tritt aber nur im Anfang bei starker Lauge eine genügende Reaction ein.
die Zersetzung der Laugen fortschreitet, um so langsamer findet die Ents
statt. Es hat sich ergeben, dass zwar die Gewinnung des grössten Theiles
Calciumsulfhydratlaugen enthaltenen Schwefelwasserstoffs möglich ist, jedo
Verbrauch an Kohlen zur Dampferzeugung fast 90 mal so gross aus, als nac
führten oberflächlichen thermochemischen Betrachtung zu erwarten war. (J. 1

Besonders beachtenswerth ist das neue Verfahren von Chance[1]),
Ausführung der Reaction: $H_2S + O = H_2O + S$ zum Zwecke hat. N
Versuchen gelang dieses dadurch, dass der Schwefelwasserstoff, gemischt
obiger Zersetzungsgleichung genau entsprechenden Luftmenge durch Rohr *a*
unter den durchbrochenen
kreisrunden Ofens *A* gel
Das Gasgemisch durchzieht
von Ziegelbrocken und da
Schicht von Eisenoxyd, w
Oxydation des Schwefelw
vermittelt. Die bei der Re
wickelte Wärme reicht aus
mer *A* auf Dunkelrothglut z
so dass die Umsetzung fast v
ist. Das Gemenge von
dampf, Wasserdampf und
entweicht durch Rohr *e*
mauerten Kammern *B* un
sich am Boden der ersteren sammelnde flüssige Schwefel wird zeitweilig a
in dem Raum *C* lagern sich Schwefelblumen ab. Die entweichenden Gase v
Beseitigung der noch darin enthaltenen kleinen Mengen von Schwefelwasse
Schwefligsäure durch einen Reiniger geleitet, bevor sie in die atmosphärische
weichen.

Fig. 408.

Da der Erfolg dieses Verfahrens in erster Linie davon abhängt, dass
des Sauerstoffs genau äquivalent mit derjenigen des Schwefelwasserstoffs ist
centigkeit des letzteren aber bei Anwendung von unreiner Kohlensäure ausser
schwankend ist, so kam es in erster Linie darauf an, die letztere von möglich
und gleichbleibender Beschaffenheit zu erhalten. Dies gelang durch Benutzu
der Ammoniaksoda gemachten Erfahrungen, wobei man im besten Falle Kal

1) J. 1888, 388; 1889, 426; 1890, 495; 1891, 373.

Proc. Kohlensäuregehalt erzielt. Selbst hiermit bekam man aber bei allen Versuchen zur Zersetzung des Sodarückstandes nur Gasgemische mit sehr nden Mengen von Schwefelwasserstoff und mit sehr grosser Beimengung von Gasen. Chance ist es nun gelungen, diese Beimengung bedeutend zu ver- nd sehr gleichmässig zu machen, so dass man mit Sicherheit auf Schwefelsäure Schwefel arbeiten kann. Er bedient sich dabei der schon seit längerer Zeit ı, auch von Opl und v. Miller benutzten Reaction, wonach die Kohlensäure efelcalcium in Gegenwart von Wasser in der Art wirkt, dass zuerst Calcium- ; entsteht:

$$2CaS + CO_2 + H_2O = CaCO_3 + Ca(SH)_2;$$

Jeberschuss von Kohlensäure wird das Sulfhydrat zersetzt und sämmtlicher vasserstoff ausgetrieben:

$$Ca(SH)_2 + CO_2 + H_2O = CaCO_3 + 2H_2S.$$

Sodarückstand wird mit Wasser zu einem dünnen Brei angemacht, den man rnung der gröberen Theile durch ein Sieb gehen lässt, dann in hohe Cylinder , durch welche Kalkofengase hindurchgepumpt werden. Eine Batterie von ern, 4,5 m hoch und 1,8 m im Durchmesser, genügt zur Behandlung des les von der wöchentlichen Verarbeitung von 300 t Sulfat. Die Kohlen- ngt durch Rohr *f* (Fig. 409) und weiter durch *g* in die einzelnen Cylinder Siebboden *b*. Zur Verbindung der einzelnen Cylinder in der Reihenfolge . . dient Rohr *h*, und Rohr *i* zur Ver- lerselben in umgekehrter Reihenfolge. vefelwasserstoffgas wird durch Rohr *s* Gasometer geleitet. Zur Herstellung niedenen Verbindungen und Verschlüsse ch die Hähne *l*, *o*, *m*, *q*, *n*, *r* und *u*, zum und Entleeren der Cylinder die Hähne Zu einem beständigen Betrieb sind s drei Cylinder nothwendig: der erste ı gefüllt, der zweite liefert das Schwefel- fgas, während der dritte das Gas in die eten lässt. In dem ersten Gefässe wird nsäure zunächst den freien Kalk sättigen, nach den obigen Reactionen, Schwefel- f austreiben. Letzterer trifft, indem er Gefässe fortgetrieben wird, auf neuen tand und wird dort unter Bildung von lfhydrat absorbirt:

$$CaS + H_2S = Ca(SH)_2,$$

ne Zeit lang die entweichenden Gase en von CO_2 und H_2S enthalten und die Luft gelassen werden können, wobei man sie zur Sicherheit durch noxyd- oder Kalk-Reiniger gehen lässt. Auf diesem Wege kann man sich bedeutenden Menge von nutzlosen Gasen entledigen. Natürlich wird mit auch hier Schwefelwasserstoff in mehr als Spuren erscheinen. Man merkt ı, wenn in einem der Zwischengefässe das beim Oeffnen eines Hahnes aus- Gas schon genug Schwefelwasserstoff enthält, um sich entzünden zu lassen. d die Gasleitung umgestellt; man schliesst die Ableitung aus dem letzten Ge- ler Luft und öffnet die Leitung aus dem Zwischengefässe, in dem eben schon hwefelwasserstoff reiches Gas vorhanden ist, zu einem Gasometer. In dieses

Fig. 409.

werden sie eingeleitet, so lange sie noch genügend reich an Schwefelwasse
Hat dies aufgehört, so schliesst man wieder ab, und da inzwischen der Soda
in den ersten Gefässen vollständig entschwefelt, herausgenommen und durc
Rückstand ersetzt worden ist, so kann der Process von vorn anfangen, wobe
die ersten Gefässe jetzt zul
Reihe kommen. Fig. 410 g
eine bildliche Darstellung.
z. B. von 7 Uhr bis 8,40
entweicht, wird in den
2 Stunden 25 Minuten das an
wasserstoff reiche Gas in d
meter geleitet. Das Einl
Kohlensäure wird so lange f
bis das klare Filtrat aus d
dern beim Zusatz von Blei
Reaction mehr gibt. Der
besteht jetzt hauptsächlich a
saurem Kalk in Schlammform mit 2,5 bis 3 Proc. Natron im Zustande von B
welches zu nützlicher Verwendung kommt, wenn man diese Masse zum Soda
benutzt. Eine andere nützliche Verwendung ist diejenige für Cement, und
Hinsichten ist der Rückstand tauglicher als derjenige des Schaffner-
Verfahrens, wie es die folgenden Analysen zeigen:

Fig. 410.

	Kalkrückstand vom Schaffner-Helbig-Verfahren 1883				Desgl. vom C Verfahren	
Calciumcarbonat	75,62	79,32	76,48	71,14	84,79	87,16
Calciumsulfat	4,60	3,89	4,62	4,52	0,36	0,49
Calciumchlorid	0,36	0,25	0,30	1,51	—	—
Calciumsilicat	—	—	—	—	1,91	2,30
Magnesiumcarbonat	0,60	1,77	0,70	—	1,34	1,03
Magnesia	2,50	1,67	2,85	3,20	—	—
Magnesiumchlorid	0,88	0,78	1,70	2,58	—	—
Natriumcarbonat	—	—	—	—	0,45	0,55
Natriumsulfat	—	—	—	—	0,07	0,21
Natriumsilicat	—	—	—	—	1,47	1,42
Thonerde	0,96	0,80	0,76	0,94	1,19	1,47
Schwefeleisen	—	—	—	—	1,05	0,71
Eisenoxyd	2,30	2,60	1,34	1,07	—	—
Koks	5,80	3,72	3,00	3,80	4,06	2,06
Sand	—	—	—	—	0,97	0,56
Kieselsäure	0,50	0,30	1,12	3,45	—	—
Schwefel (freier)	—	—	—	—	0,45	0,54
Feuchtigkeit (bei 100°)	—	—	—	—	0,58	0,39
Verbund. Wasser und Verlust	4,65	4,30	6,00	6,00	1,31	1,11
Chemisch geb. Kieselsäure	—	—	—	—	1,71	1,89
Schwefelsäure (SO_3)	—	—	—	—	0,25	0,41
Schwefel als Sulfid	—	—	—	—	0,38	0,26
Desgl. frei	—	—	—	—	0,45	0,55
Soda löslich	0,95	0,85	0,70	1,75	0,26	0,32
Desgl. unlöslich					0,75	0,72

Das von diesem Rückstande ablaufende Wasser enthält (umgerechnet
Liter):

Alkalinität vorhanden als $NaHCO_3$, berechnet als Na_2O	6,63	bis	8,61
Alkalische Erden, berechnet als $CaCO_3$	1,50	„	2,16
Gesammtschwefel	0,22	„	1,11
Schwefel als Sulfate	Spuren	„	0,01
„ „ Thiosulfate	0,05	„	0,23
„ „ Sulfide			0,00
Kieselsäure	0,00	„	0,08
Thonerde, Eisenoxyd	Spuren.		

Schwefelwasserstoff wird in einem Gasbehälter von 15 m Durchmesser und ksamer Höhe, mit einem Inhalt von etwa 850 cbm aufgesammelt, dessen Sperr- rch eine Schicht von hochsiedendem Steinkohlentheeröl von der Luft voll- geschlossen ist. Die Zusammensetzung des Gases schwankte bei 8 Analysen 4 Tagen nur von 32,3 bis 34,0 H_2S und 1,10 bis 2,0 CO_2 (bei Anwendung fengasen mit 27,0 bis 29,1 Proc. CO_2). Dasselbe brennt beim Anzünden ohne die Hitze genügt zum Betriebe des Gloverthurms und ausserdem zur Concen- n Säure in auf den Ofen gesetzten Bleipfannen. Der Kammerraum ist der- bei Pyritbrennern, und der Salpeterverbrauch schwankt von 1,15 bis 1,44 Proc. cirten Säure, berechnet als SO_3.

erdings wird das aus den Sodarückständen sich entwickelnde Gas nicht mehr Schwefelwasserstoff reiches (mit 33 Vol.-Proc. Schwefelwasserstoff) und in ein eiches getrennt, und nur ersteres im sog. Claus-Ofen bei beschränkter Luft- zu Wasser und Schwefel verbrannt; man kann vielmehr ein Gemenge von vasserstoff mit Kohlensäure und Stickstoff, welches nur 25 Vol.-Proc. Schwefel- f enthält, also ein Gas, wie es direct bei Behandlung der Sodarückstände mit ure aus dem Chance'schen Apparate gewonnen wird, im Claus-Ofen ver- Wurde nach dem ersten Vorschlag der Stickstoff abgeblasen, so entwich mit stets Schwefelwasserstoff, der die Nachbarschaft belästigte. — In Deutschland erfahren überhaupt nicht eingeführt. (Vgl. J. 1896, 391.)

riumsulfat und Schwefelwasserstoff aus Sodarückständen. Die he Fabrik Griesheim (J. 1896) hat gefunden, dass sich Calciumsulfid schon bei er Temperatur und ohne Anwendung von Druck mit Natriumsulfat umsetzt, wenn man umsulfat verwendet. Es entsteht dann jedoch nicht Natriumsulfid, sondern Natrium- . Die Ursache dieser glatteren Umsetzung liegt in dem Umstande, dass der im ersten tstehende Schwefelwasserstoff das Calciumsulfid in Form von Calciumhydrosulfid lös- durch reactionsfähig macht, wie folgende Gleichungen zeigen:

a) $CaS + 2 NaHSO_4 = Na_2SO_4 + CaSO_4 + H_2S$;
b) $CaS + H_2S = CaH_2S_2$;
c) $CaH_2S_2 + Na_2SO_4 = 2 NaHS + CaSO_4$.

ganze Process verläuft somit im Sinne folgender Gleichung:

d) $CaS + NaHSO_4 = NaHS + CaSO_4$.

er dem wesentlichen technischen Vorzug, dass dieser Process ohne äussere Wärme- bei gewöhnlichem Druck verläuft, besitzt er vor jenem auch sehr erhebliche ökono- rtheile, denn er gestattet die gegenseitige Ausnutzung zweier sehr geringwerthiger ucte der chemischen Grossindustrie, nämlich der calciumsulfidhaltigen Sodarückstände nter dem Namen „Bisulfat“ bekannten Abfallproductes der Salpetersäurefabrikation. m neuen Process entstehende Natriumhydrosulfid kann man entweder nach bekannten in Natriumsulfid verwandeln oder direct zu Reductionszwecken ebenso wie das Natrium- enden.

das Verfahren von Parnell und Simpson (J. 1886, 287; 1888, 393; 1889, 422) und eith (J. 1891, 370) sei verwiesen.

noniaksodaverfahren [1]. Bringt man Ammonbicarbonat in concentrirter nit gesättigter Salzsoole zusammen, oder mischt man die Salzsoole mit fein

1876, 337 u. 445; 1877, 284 u. 370; 1878, 336; 1880, 262; 1881, 256; 1882, 321; 1884, 233; 1885, 235; 1886, 280; 1887, 527; 1889, 407 u. 434; 1890, 475. G. Lunge: der Sodaindustrie. 2. Aufl.

gepulvertem Ammonbicarbonat und lässt die Mischung nach wiederholtem Um niederer Temperatur einige Stunden stehen, so sondert sich das schwerlösliche bicarbonat als krystallinisches Pulver aus und die darüberstehende Flüssigk Salmiaklösung:

$$2NaCl + 2NH_4 . H . CO_3 = 2NaHCO_3 + 2NH_4Cl.$$

Natriumbicarbonat wird durch Glühen in Natriumcarbonat übergeführt:

$$2NaHCO_3 = Na_2CO_3 + H_2O + CO_2.$$

Das zum Fällen neuer Kochsalzmengen dienende Ammoniak wird durch Kal gewonnen:

$$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 = 2NH_3 + CaCl_2 + 2H_2O.$$

Dyar und Hemming haben schon i. J. 1838 in England eine fabrikmässige E der Soda aus Kochsalz und Ammonbicarbonat ausgeführt, ob mit ökonomischem Erfolg bekannt. Schlösing und Rolland (1855) liessen Ammoniak und Kohlensäure au lösung einwirken; das Calciniren des Bicarbonates und die dadurch bewirkte Ueber Soda wurde in einem Cylinder aus Eisenblech ausgeführt[1]). In Deutschland hat zuer Honigmann nach eigenem Verfahren unabhängig von Solvay Ammoniaksoda Honigmann hatte sich 1869 in Stolberg damit beschäftigt, Kohlensäure in Lebl lauge einzuleiten, um einerseits reine Soda zu gewinnen und andererseits das Einda Rohlauge zu vermeiden. Durch die Löslichkeit des Bicarbonats waren aber die V gross, und musste der Versuch, den er in Stolberg bei der Rhenania anstellte, aufgegeb Er gründete dann, nachdem er sich einmal mit der Einleitung von Kohlensäure durc eingehend beschäftigt hatte, auf der Kohlengrube seines Vaters in Grevenberg bei Aa 1870 eine Ammoniaksoda-Fabrik, die bald grössere Dimensionen annahm. — Die v Erfindern an den zuerst gewählten Plätzen errichteten Fabriken erwiesen sich nicht ausdehnungsfähig, weil nur festes Salz zur Verfügung stand. Es wurden indessen auf gemachten Erfahrungen von Honigmann die Fabriken in Duisburg, Nürnberg, R Inowrazlaw und Buckau ins Leben gerufen, während Solvay zunächst 1872 in Do Nancy ein grösseres Werk auf Basis von Salzsoole errichtete, dem dann bald andere 1874 in Northwich, in Wyhlen 1880, in Bernburg 1883, in Beresniki (Russland) 1883, (Amerika) 1884, in Ebensee 1885 (von Schaffner errichtet) und in Saaralben 188 Alle diese Werke sind in grossartigem Maassstabe angelegt, und wird heute über 90 Ammoniaksoda-Production der Welt von den nach Solvay arbeitenden Fabriken geli

Die als Kohlensäurequelle zur Ammoniaksodafabrikat nutzten Kalköfen sind schon 1840 von Dyar und Hemming vorge Nach der Theorie ist zu 100 Th. Natriumcarbonat die Kohlensäure von 100 T stein nöthig, letzteren mit 95 Proc. Calciumcarbonat angenommen. Ebenso w beim Brennen dieser Menge entstehende Aetzkalk genau hinreichen, um den des Processes gebildeten Salmiak zu zersetzen. Man kommt aber in der Pra annähernd mit den theoretischen Mengen aus; namentlich gilt dies von der Koh obgleich die Kalksteinkohlensäure noch durch die erhebliche Menge Kohlens mehrt wird, die aus dem Kohlenstoff des Brennstoffes entsteht. Von grösster für einen guten Gang des Processes ist die Beschaffung möglichst hochprocent gleichmässiger Kalkofengase, und dies erreicht man am einfachsten durch ve mässig grosse Kalköfen. Wenn letztere mehr Gase liefern, als die Luftpumpe kann (der Ueberschuss entweicht durch einen Schornstein), so wird diese nie einsaugen, und ebenso sinkt bei verhältnissmässig grossen Oefen der Kohlensä nicht so stark wie bei kleineren während des Ausziehens von Kalk und des Na von Kalkstein. Die meisten Fabriken brennen daher auch einen grossen Ue an Kalkstein, z. B. 200 bis 250 Th. Kalkstein auf 100 Th. Soda. Bei guter kann man im Durchschnitte einen Gehalt von 33 Proc. erreichen; unter einer von 30 Proc. CO_2 sollen die Gase nicht sinken.

---

1) Die Fabrik von Schlösing und Rolland in Puteaux bei Paris arbeitete bis 1857 und lieferte monatlich 25 t Ammoniksoda.

Herstellung der **ammoniakalischen Salzlösung** leitet man Ammoniak-
ncentrirte Salzlösung. Wenn keine natürliche Soole zur Verfügung steht,
concentrirte Salzlösung künstlich her-
Man nimmt entweder mehrere einfache
welche der Reihe nach von der Lösung
nt werden, oder ein einziges, welches
ren Abtheilungen besteht. Die Einrich-
ann derart, dass jede Abtheilung für sich
ltet werden kann. Fig. 411 und 412
solches Gefäss, welches durch Scheide-
in vier Abtheilungen geschieden ist.
Oeffnungen *g* wird das Salz eingefüllt,
agert auf dem mit einem groben Filter-
eckten Lattenboden *s* auf. Durch die
wird Wasser oder dünne Soole jeder
Abtheilung zugeführt, der Kreislauf
urch die Leitungen *a*, die gesättigte
wird vermittels der Leitung *c* abge-
on letzterer geht in jeder Abtheilung
uchrohr *d* bis unter den Siebboden
o dass nur solche Lösung abgesaugt
e den Siebboden durchflossen hat,
em die Unreinheiten des Salzes zurück-
Durch Stellung der Ventile kann
Abtheilungen für sich ausgeschaltet

Fig. 411.

Fig. 412.

Sättigung mit Ammoniak nimmt man meist in einem Colonnenapparate
en die Soole von oben eingeführt wird; auf ihrem Wege nach unten begegnet
den aufsteigenden Ammoniakdämpfen, die aus der Zersetzung des Salmiaks
und unten in die Colonne eingeführt werden. Durch die Aufnahme von
Ammoniakgas wird eine concentrirte Kochsalzlösung ausgedehnt, und es fällt
. Wenn die Ammoniakdämpfe trocken in die Colonne gelangten, so dürfte
concentrirte Lösung anwenden, da sonst die Colonne sich sehr bald voll Salz
rde. Die aus der Destillation kommenden Ammoniakdämpfe sind aber noch
ht, und es gelangt beim Einleiten des Ammoniaks so viel Wasser in die Soole,
lbe ziemlich verdünnt wird und nach geschehener Sättigung mit Ammoniak
noch wieder Salz aufzunehmen. Da es nöthig ist, ganz concentrirte Lösungen
en, so lässt man die aus der Colonne kommende ammoniakalische Soole noch
rch ein mit Salz gefülltes Gefäss laufen. Hierzu dient ein einfacher Kessel,
Siebboden besitzt, auf welchem die im Salze befindlichen Unreinheiten zurück-
Die aus diesem Salzbehälter ablaufende Flüssigkeit, welche nun die zur Be-
mit Kohlensäure fertige ammoniakalische Salzlösung darstellt, sammelt man
sig in Druckkesseln (Montejus), aus denen sie nach Bedarf in die Fällapparate
) gelangt. — In Fig. 413 (S. 486) ist der Lauf der Soole schematisch dargestellt.
Lösegefäss für Salz, aus diesem gelangt die Soole zur Pumpe *P*, welche sie in
ne *C* hebt. In letzterer findet die Sättigung mit Ammoniak durch die bei *d*

ergab beispielsweise eine conc. Lösung von Chlornatrium, die im *l* 314 g enthielt,
ättigung mit völlig trockenem NH_3 eine Volumvermehrung von 10 Proc. und einen
271 g NaCl neben 73,9 g NH_3. Es waren also 16 g NaCl ausgefallen.

einströmenden Gase statt, worauf die Soole nach S_{II} läuft, um sich wiede
Salz zu sättigen. Von S_{II} fliesst die fertige Lösung in den Druckkessel *M*,
nach Bedarf in die Absorptionsapparate gedrückt werden kann.

Die Fällung des Natriumbicarbonats beruht bekanntlich auf
lichen Hauptreaction des Ammoniaksodaprocesses:

$$NaCl + NH_3 + CO_2 + H_2O = NH_4Cl + NaHCO_3.$$

Solvay soll gusseiserne Colonnenapparate anwenden, die etwa 2 m
messer haben und aus etwa 15 m hohen Aufsätzen zusammengestellt sind.
wendet werden einfache cylindris
mit kegelförmigem Untertheil, wie
von Honigmann vorgeschlagen
diesen Kesseln, welche Absorber
satoren, Fällkessel genannt wer
häufig auch Siebböden angebracht
kohlensäurehaltigen Gase in der
fein zu vertheilen.

Fig. 413.

Es wird in der Praxis nicht i
ammoniakalische Salzlösung von demsel
an Salz und Ammoniak angewendet. M
für die Wahl der Lösung ist der Pre
stoffe: Salz, Ammoniak und Kohlen.
eine dieser Stoffe theuer ist, so muss
gemäss sparsam damit sein, das ist al
Kosten der anderen möglich. Wird
Ausnutzung des Salzes gewünscht, so wi
hältnissmässig viel Maschinenkraft und
verbrauchen, und will man Kohlen spar
ein grösserer Salzverlust eintreten. Die
an welchem der drei Stoffe man am meisten sparen will, muss schon bei der Auswahl
wendenden Lösung entschieden werden. Soll Salz gespart werden, so ist ein höh
niakgehalt nöthig als im entgegengesetzten Falle.

Wie die Umsetzung durch den Gehalt der Lösung beeinflusst wird, zeigen folgend
Eine Lösung mit 34 g NH_3 und 296 g NaCl im Liter ergab eine Verwandlung von 3
Kochsalzes in Natriumbicarbonat, während bei einer Lösung mit 63 g NH_3 und
63 Proc. des letzteren umgesetzt wurden. Der höchste Ertrag ergab sogar eine
von 73,6 Proc., die angewendete Lösung enthielt 89 g NH_3 und 258 g NaCl. (V
407.) Lösungen, die so reich an Ammoniak sind, wie die letztere, werden in der P
angewandt, da bei so starken Lösungen viele Unbequemlichkeiten im Betriebe entst
Verstopfungen in den Rohrleitungen durch mitgerissene Ammoniumcarbonate.
Praxis verwendeten Lösungen werden nicht unter 50 und nicht über 70 g Ammonia
enthalten. Eine Lösung mit 65 g NH_3 und etwa 270 g NaCl dürfte für viele Verh
richtigsten sein.

Auch bei Verarbeitung gleicher Lösungen können verschiedene Betriebe v
Resultate haben, je nachdem, wie weit sie die Carbonisation treiben. Dies wird si
richten, ob man an Salz sparen oder durch schnelleres Arbeiten die Anlage höher aus
Man kann aufhören, wenn die Lösung noch einen Gehalt von 15 g an freiem NH_3 im
oder man carbonisirt so lange, bis der Gehalt nur noch etwa 3 g beträgt. Im letzter
die Umsetzung des Salzes eine höhere, aber die Anlage leistet nicht so viel als im erst
da die Umsetzung zum Schlusse eine langsamere ist.

Fig. 414 und 415 zeigen den Schnitt eines Absorbers und Fig. 416 ei
aus 3 Absorbern bestehend, mit der Rohrleitung verbunden. Die Form des
mit kegelförmigem Untertheil ist sehr praktisch, da hierdurch das Ansetzen d
schlages auf dem Boden vermieden wird. Die Gase, welche durch Rohr *r* e
werden, wühlen den Niederschlag, der sich an den schrägen Wänden nicht hal
vorzüglich auf. Bei Anwendung von ganz cylindrischen Kesseln mit flach
Boden bildet sich sehr bald ein dicker Niederschlag am Boden und an den S

‑ht, bis der freibleibende Raum eine conische Form hat. — Die drei Absorber ‑ die Rohrleitung derart verbunden, dass in einer bestimmten Richtung jeder ‑s erster, zweiter oder dritter von der Kohlensäure durchströmt wird. Die

‑414.

Fig. 415.

a Eingangsstutzen für die vom Kalkofen kommenden Gase.
b Eingangsstutzen für die aus einem andern Absorber kommenden Gase.
c Abblasestutzen.
d Eingangsstutzen für die ammoniakalische Soole.
e Ausgangsstutzen für die Gase.
mm Mannlöcher.
ss Siebböden.

Fig. 416.

‑g der ammoniakalischen Soole. *b* Abblaserohr. *c* Leitung für directe Kohlensäure. *d* Wechselleitung für Kohlensäure. *e* Leitung für abgehende Gase.

‑ Reihenfolgen sind: 1, 2, 3 oder 2, 3, 1 oder 3, 1, 2. Derjenige Kessel, in ‑Kohlensäure zuerst eintritt, wird auch zuerst fertig, sein Inhalt gelangt dann ‑ilter und nach frischer Füllung mit ammoniakalischer Salzlösung tritt er als ‑die Reihe. — Während der Operation tritt durch die Aufnahme der Kohlen‑‑e bedeutende Erhitzung der Flüssigkeit ein, so dass man zum Abkühlen ge‑‑. Man darf aber nicht zu stark kühlen, da man sonst das Bicarbonat in einem ‑lammigen Zustande erhält, dass das Auswaschen fast unmöglich wird. Man ‑Temperatur während der Absorption zweckmässig bei etwa 40⁰ und kühlt erst ‑usse weiter ab, wobei man nicht unter 10⁰ geht, da sonst Salmiak mit ausfällt. ‑r der Carbonisation einer Füllung wird bedingt durch den Ammoniakgehalt ‑ng, den Kohlensäuregehalt der angewendeten Kalkofengase und die Schnellig‑‑Durchleitung letzterer. Manche Betriebe sollen aus der Zersetzung des Bi‑‑ reine oder fast reine Kohlensäure erhalten und dieselbe mit den anderen ‑sammen durchleiten, wodurch deren Gehalt entsprechend erhöht wird. Es ist ‑mit solcher die Umsetzung weiter zu treiben, als mit verdünnten Gasen, und ‑n auch die Dauer der Carbonisation verkürzen. Hierbei ist vorausgesetzt, ‑reine Kohlensäure nur zum Schlusse angewendet wird. Bei der angegebenen ‑ng wird man, wenn beispielsweise Absorber 1 am weitesten vorgeschritten ist, ‑ofengase durch Nr. 2 und 3 leiten, während man die reine Kohlensäure in ‑ten lässt. Beim Arbeiten mit einfachen Kesseln kann die Dauer einer Arbeit ‑ 12 und 20 Stunden schwanken; zweckmässig sollte sie höchstens 12 Stunden

Die aus dem letzten Absorber abgehenden Gase müssen behufs Gewi darin enthaltenen Ammoniaks gewaschen werden. Dazu benutzt man die trieb gehende Soole, bez. das zum Lösen des Salzes dienende Wasser. aufgenommene Ammoniak wird zugleich die Soole von den Salzen des Calci nesiums u. s. w. befreit. Das Auswaschen nimmt man am besten in einer C und leitet zum Schlusse, um vor Ammoniakverlust ganz sicher zu sein, die durch Schwefelsäure. Es ist auch sehr zweckmässig, die aus dem letzten entweichenden Gase direct in die Colonne zu leiten, in welche die aus der I kommenden Ammoniakdämpfe gelangen und welche von der Soole durchst (vgl. Fig. 413). Auf diese Weise kann schon gleich im Anfang fast alles in Carbonat verwandelt werden. Es ist allerdings zu diesem Zwecke eine grosse Colonne nöthig.

Die Trennung des Bicarbonates von der Mutterlau meistens durch Filtration bewerkstelligt; Schleudern dürften wenig im sein. Da die Wandungen der Filter abwechselnd mit der Salmiaklösung un in Berührung kommen, wodurch Schmiedeisen stark angegriffen wird, ist vorzuziehen. Filter von Holz werden in keiner Weise angegriffen, und ei reinigung des Bicarbonats durch Rost ist ausgeschlossen. — Als Filtrirmate entweder Filtertuch, welches auf einem Siebboden aufliegt, oder eine zwis Siebböden lagernde, oben mit grobem wei bedeckte Kalksteinschicht; letztere ist vort Das Absaugen der Filter geschieht durch pumpe, welche vermittels eines Drucktopf Filter wirkt. Fig. 417 zeigt ein Filter m topf verbunden im Querschnitt; aus dem wird die abgesaugte Lösung durch Luftdr Destillationskessel befördert.

Fig. 417.

F Filter aus Holz.
s s Siebböden.
f Filtrirmasse, Filtrirschicht.
M Montejus.

Das Bicarbonat wird meist calcini Krystallsoda aus der durch Kochen des Bi mit Wasser erhaltenen Lösung hergestell soll, ist es nöthig, durch Zusatz von etwas letzten Spuren Bicarbonat fortzunehmen, da man bei Anwesenheit ganz Mengen Bicarbonat keine guten Krystalle erhält. Wenn man grosse harte haben will, wie solche aus Leblanc-Soda erhalten werden, muss man der Lös etwa 2,5 Proc. Natriumsulfat zusetzen; dies gilt auch dann, wenn calcinirte A soda zu Krystallsoda verarbeitet wird. Zum Calciniren des Bicar werden die verschiedensten Oefen angewendet. Manche Fabriken wenden Oefen mit Rührwerk einfache Flammöfen an, können dann allerdings auch ke procentige Kohlensäure aus der Calcination erhalten. Bei diesen wird gewöh Kohlensäure nur gewaschen, um das Ammoniak wieder zu gewinnen, und da Luft gejagt.

Um das Anhaften des Bicarbonats zu verhüten, lässt die Société l'est (das frische Bicarbonat auf eine Unterlage von vorgetrocknetem Bicarbonat fa dem entsprechenden Ofengemäuer dreht sich eine Platte *A* (Fig. 418 und 419 Achse *D*. Unterhalb dieses Tellers *A* ruht eine zweite Platte *B* auf dem Ma auf. Die Achse *D* ist behufs Kühlung mittels Luft oder Wasser hohl gedach Trichter *C* dient zur Aufnahme des Bicarbonats. An der die Kammer *G* nach schliessenden, im Ofengemäuer ruhenden Platte *F* sind Streicher *S* angebracht, das Bicarbonat nach der in der Mitte von *A* befindlichen Ablauföffnung *H* während ein gleichfalls an *F* angebrachter, entgegengesetzt wirkender Streicher

rere) einen Theil des schon heissen Bicarbonats wieder nach dem Umfang von chafft. Dieses nach dem Umfang der Platte A gedrängte Bicarbonat wird vom Schneckengetriebe b bewegtes Flügelrad V_1 auf der Platte A gleichmässig t, während ein zweites, in gleicher Weise angetriebenes Flügelrad V_2 eine

Fig. 418.

Fig. 419.

chung desselben mit dem durch Trichter C eingeführten frischen Bicarbonat Das Trockengut fällt in dem Raum T auf die Platte B, um von hier veres um die Achse D rotirenden Streichersystems S_1 bekannter Anordnung als inirte Soda nach dem Ausgang J geschafft zu werden. Die von der gemeinn Feuerung U, welche auch für jede Kammer gesondert sein kann, kommenden durchziehen zunächst die beiden Rauchkammern M und N, vereinigen sich in O streifen hierauf die oberste Kammer P und gehen dann nach dem Kamin. m Trockenraum G durch die Ofendecke gehendes Rohr W dient zum Abführen m Calciniren des Bicarbonats sich bildenden Gase und Dämpfe. — Bei Inung des Ofens ist zunächst von vornherein auf den Teller A eine Schicht ckenen Bicarbonats aufzubringen, ehe mit dem eigentlichen Trocknen des icarbonats begonnen wird. Gegen die gemauerte Ofenwand ist der Rand der durch einen Ring i von winkelförmigem Querschnitt abgedichtet, dessen nach chteter Steg in das in eine Rille a der Platte A eingebrachte Dichtungsmittel n ähnlicher Weise ist der Ablauf H durch einen Ring l gegen den Feuerkanal htet.

setzung der Salmiaklaugen durch Kalk. In den von Bicarbonat Laugen und Waschwässern ist das Ammoniak als Carbonat und Chlorid vor-Es wird zuerst die Flüssigkeit für sich erhitzt, um das Ammoncarbonat mögerjagen, worauf der Kalkzusatz erfolgt. Die Schwierigkeit des Destillirens dem Auftreten grosser Schlammmengen, welche aus den Unreinheiten des berschüssigem Aetzkalk, sowie Calciumsulfat und -carbonat bestehen. Sehr rt haben sich zur Destillation dieselben einfachen Kessel mit kegelförmigem , welche zur Carbonisation in Verwendung; nur die Siebboden fallen Das Fassungsvermögen der Destillirkessel ist gewöhnlich etwas grösser er Absorber, da die Flüssigkeitsmengen grösser sind. Zu den Salmiakten ausser den Waschwässern noch das Wasser der Kalkmilch und das durch ung des zum Kochen verwendeten Dampfes entstehende Wasser verdünnend an verwendet meistens wohl directen Dampf zum Kochen; hierzu kann sig der Maschinenabdampf genommen werden, jedoch nur dann, wenn der len Destillirkesseln nicht zu gross ist. — Die aus dem letzten Destillirkessel

abgehenden Dämpfe dürfen nicht direct in die Soole geleitet werden, da di sehr verdünnt würde. Man leitet die Dämpfe daher zuerst in einen Kühler, der grösste Theil des Wasserdampfes verflüssigt wird und stetig wieder in zurückläuft. Die auf diese Weise möglichst getrockneten Ammoniakdämp in eine Colonne, in von entgegenriesel absorbirt werden. zeigt einen aus d bestehenden Kühler schnitt; das mittler die Einrichtung e flächencondensators. dem Destillirkessel Dämpfe treten durch steigen durch die wasser umgebenen R oben, um durch *c* zu Das condensirte W durch *b* nach dem kessel zurück. — Di Colonne, in welcher niakdämpfe absorbi kann beliebig const Fig. 421 zeigt eine bewä die Ammoniakdämpfe tret ein, während die Soole gepumpt wird und durch Die nicht absorbirten Gase durch *b*, dieselben werden waschen und gehen dann i Wie schon erwähnt ist, in die Colonne auch wol dem letzten Absorber entw kohlensäurehaltigen Gase e Kohlensäure möglichst ausz

In Fig. 422 ist die I und die damit zusamme Absorption des Ammoniaks tisch dargestellt. Die Sc der Destillation kann v gehalten werden. Im A kann man die Dauer einer 10 bis 16 Stunden bemesse Füllung mit Entleerung. wird in vielen Fabriken e Ueberschuss verbraucht, n zu 100 Th. auf 100 Th. Soda, während die Theorie nur 70 Th. eines 90 Proc oxyd enthaltenden Kalkes verlangt. Man nimmt gern einen grossen Uebers vor Ammoniakverlust sicherer zu sein; mit 80 Th. Kalk lässt sich aber Aufsicht auskommen.

Fig. 420.

Fig. 421.

Fig. 422.

D Destillirkessel. *K* Kühler. *C* Colonne. *S* Gefäss mit festem Salz. *M* Drucktopf.

werthung der Ablauge. Die aus den Destillirkesseln ablaufenden
ı sind je nach der Art des Betriebes verschieden gehaltreich. Unter gewöhn-
ständen wird der Gesammtgehalt an Salzen etwa 150 g im Liter betragen,
bestehen dann ungefähr aus gleichen Theilen Chlornatrium und Chlor-

ıntlich arbeitet man vielerorts schon seit Jahren an der Aufgabe, die Ablaugen ge-
nd zu verwerthen. Auf der Ammoniaksodafabrik in Sulzuflen ist es nach Schreib
eine völlige Verwerthung der Endlaugen zu erreichen. Diese Sodafabrik ist Hilfs-
er grossen Reisstärkefabrik. Letztere verbraucht grosse Massen Salzsäure zur Aus-
Reisklebers aus den alkalischen Laugen, die sich bei der Fabrikation ergeben. Ferner
brik Verwendung für bedeutende Mengen einer weissen Erdfarbe zum Streichen der
ıs denen die zur Verpackung der Stärke dienenden Cartons hergestellt werden. Es
eiläufig erwähnt, täglich etwa 4500 k Pappen auf etwa 100 000 Cartons verarbeitet.
ıten Umstände begünstigen folgendes Verfahren, welches übrigens im Princip längst
: Die Chlorcalcium enthaltenden Endlaugen werden mit Schwefelsäure versetzt, wo-
grösste Theil des Kalkes als Calciumsulfat abgeschieden wird. Letzteres fällt hierbei
Krystallwasser aus und ist in diesem Zustande ganz ausgezeichnet zum Streichen der
ɔen zu verwenden. Es ist dadurch möglich, die Pappen direct auf lithographischem
edrucken. An Stelle der Schwefelsäure wird auch saures Natriumsulfat verwendet;
st die freie Säure billiger als in der Schwefelsäure und ferner ergibt sich durch die
Schwefelsäure eine höhere Ausbeute an Calciumsulfat. Die von letzterem getrennte
enthält, einerlei ob Schwefelsäure oder saures Sulfat verwendet wird, eine äquivalente
e Salzsäure, allerdings in sehr verdünntem Zustande. Diese geht in die Stärkefabrik,
Abstumpfen der alkalischen Laugen dient. Die Verdünnung stört hier nicht. Unter
nissen stellt sich das Ergebniss so, dass die Fabrik den gefällten schwefelsauren Kalk,
e jährlich etwa 1000 t herstellt, kostenlos hat.

etriebe wird die Soole in die Colonne *C* (Fig. 423 und 424) gehoben.
gt sie sich mit Ammoniak, wird dabei aber durch den von letzterem mit-
Wasserdampf verdünnt. Sie fliesst daher aus der Colonne abwechselnd in
beiden mit festem Salz gefüllten Salzkessel *S*, sättigt sich dabei vollkommen
und gelangt
lie Drucktöpfe,
ie nach Bedarf
ler Absorber *A*
wird. Letztere
rtwährend von
ensäure durch-
wodurch sich
carbonat ab-
Die aus dem
Absorber ent-
n Gase durch-
den Kessel *W*,

Fig. 423.

em sie mit Wasser oder dünner Soole gewaschen werden. Letztere
ten nehmen dabei Ammoniak auf und dienen zum Lösen des Salzes. Aus
en die Gase in die Colonne *C*, geben hier an das gleichzeitig einströ-
mmoniak noch Kohlensäure ab und entweichen endlich durch den Säure-
in die Luft. — Der fertige Inhalt eines Absorbers gelangt auf Filter,
ıen das feste Bicarbonat zurückbleibt, während sich die Mutterlauge
m Waschwasser in Drucktöpfen sammelt. Von hier aus wird sie in die
essel *D* gefüllt und daselbst mit Kalk verkocht. Das aus den Kesseln *D*
nde Ammoniak tritt zuerst in den Kühler *K*, um hier möglichst von Wasser-
reit zu werden, und wird dann in der Colonne *C* von der entgegenfliessenden
orbirt. In der Skizze sind je drei Absorber und Destillirkessel angegeben,

Man kann natürlich auch mehr miteinander verbinden, doch ist es nicht v
mehr als vier zu nehmen, da der Druck sonst zu gross wird. Eine zusamm
Einrichtung, wie sie die Abbildung zeigt, kann man als ein System bezei
nach der Grösse der einzelnen Apparate eines solchen Systems können dam
bis 10 t 98proc. Soda hergestellt werden. Eine weitere
rung des Systems erscheint nicht praktisch; soll die Fab
steigert werden, so ist es richtiger, ein weiteres System a

Fig. 424.

F
(J. 189
den La
moniak
wird mi
halt von
barem
im Cubi
in dem
absorbe
Diese
keit g
der zweitobersten Abtheilung der Fällcolonne zur Beschickung, und es
je 1 cc Beschickung etwas mehr wie $^1/_6$ cc gereinigte frische Soole in de
Colonnenabtheilung vorgeschlagen, welche zum Waschen der Colonnengas
Ausströmung aus dem Apparate dient. Erst in der dritten Abtheilung
Mischung des Inhaltes der beiden oberen statt und ist nun der weitere
Processes ein solcher, wie wenn man Soole, welche 6 Proc. Ammoniak titrirt,
hätte, wovon aber nur wenig Ammoniak von den Ausströmungsgasen r
wurde. Es ist deshalb eine 6 Proc. Ammoniak titrirende Soole, mit etwa 27
salz in 1 cbm einer gewissen Menge Kohlensäure und 0,5 k Ammoniak als S
rührend vom Gypsgehalt des Steinsalzes) als Ausgangspunkt angenommen
Procentangaben darauf bezogen. Nach dem Ausblasen dieser beschrieb
flüssigkeit findet sich das Ammoniak wie folgt wieder vor:

1. Etwa 0,9 Proc. Ammoniak mit Kohlensäure verbunden in der Mutterlauge.
2. Etwa 4,6 Proc. Ammoniak in Form von Chlorammonium in der Mutterlauge
3. Etwa 0,5 Proc. Ammoniak findet sich in den Ausströmungsgasen der Colonn

Das unter 1 angeführte Ammoniak bleibt in der Lauge und geht mit dersel
Destillation; der am feuchten Bicarbonat anhaftende Theil ist so gering, dass er unber
bleiben kann.

Das unter 2 angeführte, in der Mutterlauge als Chlorammonium enthaltene Amm
4,6 Proc.) geht zum grössten Theil in die Destillation, ein kleiner Theil haftet an de
Bicarbonat und bewirkt neben unzersetztem Chlornatrium, dass die calcinirte Soda
100° nur 97 bis 99° zeigt (entsprechend 0,046 bis 0,138 Proc. Ammoniak), hierfür wird
Ammoniak gesetzt, dasselbe findet sich in den aus dem Calcinirapparat abgesaugten (
es wird von Wasser absorbirt, welches zur Soolenbereitung dient.

Das unter 3 angeführte Ammoniak wird von den Ausströmungsgasen der Colonn
Waschapparat transportirt, wo etwa 0,3 Proc. Ammoniak von Soole aufgenommen wurd
unmittelbar darauf behufs Bildung von Fällflüssigkeit in den Ammoniakabsorber ge
unabsorbirten 0,2 Proc. Ammoniak gehen mit den Ausströmungsgasen in einen zweit
apparat, wo etwa 0,17 Proc. von Wasser aufgenommen wird, welches zur Soolenberei
und welches gemeinschaftlich mit dem unter 2 angeführten Ammoniak des Calcini
die Reinigung der Soole von Gyps bewirkt, bez. in der frischen Soole in Form
bonat gelöst bleibt. Der Rest von etwa 0,03 Proc. wird in einem Säurebehält
gehalten.

Diese Angaben sind in dem Schema S. 493 zusammengestellt; es ist der Einfach
auf den Ammoniakverlust in den verschiedenen Stationen keine Rücksicht genomme

…h ein Hinzufügen von Ammoniak in der Destillation behufs Ausgleichung dieser Be-…te unterbleiben musste. Ebenfalls ist angenommen, dass alle Antheile Ammoniak, …inn des Kreislaufes ihre Wanderung nach den verschiedenen Apparaten antreten, in …t ihren Kreislauf vollenden; dies ist in Wirklichkeit nicht der Fall, z. B. braucht der

…der ammoniakalischen Soole als Sulfat 0,05 Proc. NH_3

In der ammoniakalischen Soole frei oder als Carbonat 6 Proc. NH_3

In den Ausströmungsgasen der Colonne als Carbonat 0.5 Proc. NH_3

…n der Mutterlauge als Sulfat 0,05 Proc. NH_3

In der Mutterlauge als Carbonat 0,9 Proc. NH_3

In der Mutterlauge als Chlorid 4,6 Proc. NH_3

In der Waschsoole als Carbonat 0,3 Proc. NH_3

Im Waschwasser als Carbonat 0,17 Proc. NH_3

Im Säurebehälter als Sulfat 0,03 Proc. NH_3

…n der Mutterlauge als Sulfat 0,05 Proc. NH_3

In der Mutterlauge als Carbonat 0,9 Proc. NH_3

In der Mutterlauge als Chlorid 4,52 Proc. NH_3

Am Bicarbonat adhärirend als Chlorid 0,08 Proc. NH_3

Im Waschwasser als Carbonat 0,08 Proc. NH_3

Im Salzlösewasser als Carbonat 0,25 Proc. NH_3

In der Soole als Sulfat 0,05 Proc. NH_3

In der Soole als Carbonat 0,2 Proc. NH_3

In der Mutterlauge …Sulfat, Carbonat und Chlorid 5,5 Proc. NH_3

gasförmig frei oder als Carbonat 5,5 Proc. NH_3

In der ammoniakalischen Soole als Sulfat 0,05 Proc. NH_3

In der ammoniakalischen Soole frei oder als Carbonat 6 Proc. NH_3

…niak, welcher durch den Calcinirapparat zur Soolenbereitung geht, mehr Zeit wie …velcher von den Ausströmungsgasen der Colonne in den ersten Waschapparat trans-… und von dort vermittels der Waschsoole unmittelbar wieder in den Ammoniak-…angt. —

…erstellungskosten der Soda sind natürlich sehr verschieden, da die Preise der … verschieden sind. Steinsalz kostet z. B. in Stassfurt 40 Mark, in Westfalen und …10 bis 140 Mk. für 10 t. Für 100 k Ammoniaksoda gibt H. Schreib (J. 1895) …stenrechnung:

Salz	190 k für 100 k 0,40 Mk.	0,76 Mk.
Kalkstein	170 „ „ „ „ 0,20 „	0,34
Koks	14 „ „ „ „ 1,80 „	0,25
Kohle	90 „ „ „ „ 1,30 „	1,17
Ammoniumsulfat	$^3/_4$ k für 100 k 28 Mk.	0,21
Arbeit und Aufsicht		0,80
Reparaturen		0,40
Diverse		0,30
Amortisation		0,90
Verwaltungskosten		0,50
Packung		0,15
		5,78 Mk.

Hasenclever stellte (1880) für 100 k 100proc. Soda folgende Kostenrech

	1 t kostet	Leblanc	Ammoniaksoda
Kohlen	8 Mk.	400 k = 3,20 Mk.	210 k = 1,68 Mk
Kalkstein	2	175 = 0,35	166 = 0,33
Salz	15	150 = 2,25	220 = 3,30
Schwefelkies	20	110 = 2,20	— = —
Salpeter	300	1,5 = 0,45	— = —
Salmiak	300	— = —	5 = 1,50
Löhne		= 2,00	1,00
		10,45 Mk.	7,18 Mk
Ab 250 k Salzsäure zu 1 Mk. = 2,50 Mk.			
„ 15 Schwefel „ 3 = 0,45		2,95	
		7,50 Mk.	

Hierzu kommen noch auf beiden Seiten Reparaturen, Beleuchtung, Gehalte, Gene u. dgl. Ohne Rücksicht auf die Verwerthung der Nebenproducte ist die Ammoniaksc wie die Leblanc-Soda; auch stellen sich die Anlagekosten und Ausgaben für Repar schieden günstiger. Die Leblanc'sche Methode gewährt dagegen den Vortheil de Spielraums im Verkauf, wenn Schwefelsäure und Sulfat besser als Soda, oder Chl Schwefel besser als Salzsäure zu verwerthen sind, während solche Zwischenprodu Ammoniaksoda-Fabrikation nicht vorkommen. Die deutschen Fabriken Grevenbe berg, Duisburg arbeiten mit Steinsalz; steht billige Salzsoole zur Verfügung, so ste Ammoniaksoda wesentlich günstiger, es sei denn, dass das Brennmaterial an der b Stelle zu theuer käme.

Kryolithsoda. Soda wird auch bei der Verarbeitung des Kryoliths g indem man das Mineral durch Erhitzen mit Kalk aufschliesst:

$$Na_6Al_2F_{12} + 6CaO = 6CaF_2 + Na_6Al_2O_6.$$

Letztere Verbindung ist in Wasser löslich und wird durch Kohlensäur wobei sich Thonerde niederschlägt, die auf Alaun verarbeitet wird, und Lösung bleibt[1]). Das Verfahren wird nur noch sehr wenig ausgeführt (J. 18

Aetznatron. Seit dem Jahre 1851 wird das Aetznatron entweder in I centrirter Lauge oder als geschmolzenes Natronhydrat unter dem Namen So Seifenstein, caustische Soda, in den Handel gebracht. Meist stell Aetznatron durch Behandeln nicht zu concentrirter Lösungen von Rohsoda mit dar: $Na_2CO_3 + Ca(OH)_2 = CaCO_3 + 2NaOH$.

Die Aetznatronlauge wird abfiltrirt (passend über Marmorstückchen), Vacuumapparate concentrirt, schliesslich in eisernen Schalen auf 1,9 spec. Gew sie beim Erkalten fest wird.

G. Lunge versuchte die Grenzen der Umwandlung von Natriumcar Natriumhydrat durch Kalk festzustellen. Die Versuche unter gewöhnlichem I ergaben folgende Zahlen:

1) Im J. 1867 verarbeiteten 5 Fabriken Deutschlands 7500 t Kryolith auf et calcinirte Soda.

Proc. Na_2CO_3	Die Lauge enthält vor dem Causticiren: Spec. Gew.	Nach dem Causticiren sind vorhanden im Zustande von NaOH von 100 Th. Natron: Versuch I	Versuch II
2	1,022 bei 15°	99,4 Th.	99,3 Th.
5	1,052 „	99,0	99,2
10	1,107 „	97,2	97,4
12	1,127 „	96,8	96,2
14	1,150 „	94,5	95,4
16	1,169 bei 30°	93,7	94,0
20	1,215 „	90,7	91,0

;liche Versuche, welche unter Druck bei 148 bis 153° ausgeführt wurden, ergaben:

Proc. Na_2CO_3	Vor dem Causticiren: Spec. Gew.	Nach dem Causticiren sind von 100 Th. Natron vorhanden als NaOH: Versuch I	Versuch II
10	1,107 bei 15°	97,06 Th.	97,5 Th.
12	1,127 „	96,35	96,8
14	1,150 „	95,6	96,6
16	1,169 bei 30°	95,4	94,8
20	1,215 „	91,66	91,61

ıach verspricht die Anwendung von Hochdruck bei der Causticirung keine ersichtlichen Wohl aber dürfte es sich empfehlen, gründlicher umzurühren, als es jetzt meist vgl. J. 1884, 354; 1885, 293).

Herstellung von 5 t Aetznatron aus Ammoniaksoda sind erforderlich: rapparate von je 14 cbm Inhalt, ferner 4 Verdampfkessel von 2,8 m oberem ser. Die Wärme der von letzteren Kesseln abgehenden heissen Rauchgase intergelegten Rohrpfannen ausgenutzt. Ferner 2 Schmelzkessel von 2,6 m ırchmesser. Die Causticirapparate erhalten 2 t Ammoniaksoda bei frischer ng. Die Sodalauge wird bei 17° Bé. causticirt, die erhaltene Lauge zeigt es sind etwa 90 Proc. der Soda umgewandelt. Die Lauge wird nun in Rohr- bez. Vacuumapparate) auf etwa 27° Bé. gebracht und dann in die Verdampf- elassen, in welchen beim Weiterverdampfen die unzersetzte Soda, bis zu einer tion von 48° Bé., durch Aussoggen entfernt wird. Die Lauge wird sodann der Vacuumpumpe in einen hochstehenden Cylinder aufgesaugt und von da n eine Pfanne abgelassen, in welcher der grösste Theil der noch vorhandenen absetzt. Die geklärte Lauge gelangt alsdann in die Schmelzkessel. Zur einer schön weissen Farbe ist auch hier die Anwendung von etwas Salpeter g. Tritt eine grünliche Farbe der caustischen Soda ein, welche entweder von r von einem Mangangehalt des Schmelzkessels herrührt, so wird dieselbe, in Weise, durch Zusatz von etwas Schwefel gehoben (J. 1892).

nigen Leblanc'schen Sodafabriken stellt man Aetznatron dadurch her, dass Ienge Steinkohle, welche man dem Gemisch von Sulfat und Kalkstein (Kreide) twas vergrössert und die gewonnene Rohsoda sofort mit Wasser von 50° aus- ie Lauge concentrirt man bis auf 1,5 spec. Gewicht, wobei sich Natrium- Natriumsulfat und Kochsalz am Boden ausscheiden und die Flüssigkeit eine e Farbe (Rothlauge) annimmt, von einer eigenthümlichen Verbindung von atrium und Schwefeleisen herrührend. Die Lauge wird nachher in grossen en Kesseln oder Pfannen erhitzt und, nachdem sie eine hohe Temperatur er- , nach und nach auf je 100 k zu erzielendes Aetznatron mit 3 bis 4 k lpeter versetzt. In dem Verhältnisse als das Wasser entweicht, reagirt der lpeter auf das Schwefelnatrium und das immer vorhandene Cyannatrium ein et reichliche Ammoniak- und Stickstoffgasentwickelung statt. Ein Theil dieses ks rührt von der Zersetzung der Cyanüre her, ein anderer und zwar grösserer

Theil ist eine Folge der Oxydation der Schwefelmetalle, wobei Wasser ze und der Wasserstoff die Salpetersäure zu Ammoniak reducirt. Wenn die a Masse die Dunkelrothglühhitze erreicht, bemerkt man auf der Oberfläche fein Graphit (J. 1880, 307).

Für die Oxydation der Schwefelverbindungen bei stellung von Aetznatron gibt G. Lunge, auf Grund umfassende (J. 1883, 333) folgenden Rath: Man oxydire zunächst alles Schwefelnat Luftsauerstoff zu Thiosulfat. Selbst wenn dies nicht billiger zu stehen käm peter, so hätte man den Vortheil davon, dass das Eisen der Gefässe dabei gegriffen wird. Das Thiosulfat oxydirt sich durch Luft erst bei höherer und nur langsam, indem es erst in Schwefelnatrium und schwefligsaures Natr Man beschleunigt daher seine Oxydation, indem man Salpeter zusetzt. Es m dies bei Temperaturen zu thun, bei denen das Thiosulfat noch nicht zerfall praktische Regel wäre die, mit dem Salpeterzusatze anzufangen, sobald be der Temperatur von Neuem eine Reaction auf Na_2S eintritt, und dann allmäl Portionen zuzusetzen; dadurch vermeidet man, den Salpeter zu lange in Ber Eisen zu lassen, wodurch der Verlust an ersterem und die Abnutzung der G ringert wird; auch scheint dies sonst Vortheile darzubieten. Mit dem Sal hört man aber auf, sobald weder Schwefelnatrium noch Thiosulfat mehr vor was bei etwa 300 bis 360° eintreten wird. Unter diesen Umständen wird die Wirkung, nämlich die Bildung von Ammoniak als Hauptreaction, erzielt wer Theorie nach wäre das ja auch darum viel günstiger, weil man das Ammon gewinnen könnte, und man sollte so etwas nie von vornherein als unmöglich doch ist die Hoffnung auf eine ökonomische Lösung dieser Aufgabe nur schw hätte nun allen Schwefel als Sulfit, ein wenig auch schon als Sulfat. S Ausschöpfen der Salze wird man einen Theil des Sulfites neben dem Sulfa können; die Hauptmenge wird man beim Schmelzen oxydiren müssen, besser durch Salpeter, der jetzt meist in Stickstoff übergehen würde, sondern durch eines Luftstroms. —

Nachfolgende Analysen stammen aus einer Fabrik, in welcher man vorher s Luft entschwefelte Sodarohlauge beim Causticiren mittels eines Luftstromes umrühr

		Mit Luftstrom causticirt				
		I. Rohlauge	II. Caust. Lauge	III. Eingedampft vor Salpeterzusatz	IV. Schmelzlauge	V. Ausschöpfsalze
		g im Liter				g
Natronhydrat	$NaOH$	52,0	102,5	267,1	751,6	261,1
Natriumcarbonat	Na_2CO_3	295,4	32,9	77,2	34,1	365,6
Natriumsulfid	Na_2S	0	0	0	0	0
Natriumthiosulfat	$Na_2S_2O_3$	5,7	2,9	7,1	10,6	5,6
Natriumsulfit	Na_2SO_3	—	—	—	5,6	4,1
Natriumsulfat	Na_2SO_4	4,5	2,5	6,7	2,5	38,9
Natriumchlorid	$NaCl$	3,1	1,4	3,6	10,6	5,2
Natriumnitrit	$NaNO_2$	—	—	—	4,7	0
Unlösliches		—	—	—	—	1,0
Natriumferrocyanid	Na_4FeCy_6	Spur	Spur	Spur	—	0
Wasser u. dgl.		941,3	991,6	939,3	722,0	318,5
	Summe	1302,0	1133,8	1301,0	1541,7	1000,0

hwefelte Rohlauge; scheidet bei 20,5° Krystalle ab, bei 24° klar. Spec. Gew. bei Siedp. 120°. II. Lauge I verdünnt und causticirt. Flüssigkeit klar bis auf einen kstand von Eisenoxyd. Spec. Gew. bei 20°: 1,1338. Siedp. 110°. III. Lauge II ingedampft vor Zusatz von Salpeter. Klar bis auf einen unbedeutenden graulichen bei 20° spec. Gew. 1,301; Siedp. 120°. IV. Lauge III mit Salpeterzusatz eingedampft , fertig für den Schmelzkessel. Spec. Gew. bei 18,5°: 1,5417; Siedp. 150°. V. Salz, im Eindampfen der Lauge III ausgeschöpft wurde. Grauweiss, gleichförmig, in auf 0,1 Proc. Rückstand (wesentlich Eisenoxyd) löslich. VI. Salz, das beim Lauge IV in den Klärkästen ausfiel. Hiervon war etwa ein Viertel Flüssigkeit, n abgoss; es hinterblieb eine schmutzige, dickbreiige Masse, die gut gemischt

Jurisch (J. 1898) zeigte sich ein Fass Aetznatron aus der neueingerichteten nlage einer österreichischen Ammoniaksodafabrik beim Oeffnen licht fleischfarbig. te war ein Kern von grauen Farben bis bläulichgrün vorhanden, auch waren die dunkler. Stücke aus dem Mantel lieferten eine gelbliche Lösung und ergaben nalyse (II). Aus dem Kern wurden zur Analyse (II a) nur dunkelgraue Stücke

	II	II a
HNaO	84,220 Proc.	84,174 Proc.
Na_2CO_3	8,353	6,807
Na_4SiO_4	0,831	1,669
NaCl	4,692	4,456
Na_2SO_4	3,381	2,900
Na_2SO_3	0,003	0,001
$Na_2S_2O_3$	0,002	0,001
Na_2S	0	0
Fe_2O_3	0,002	0,016
Al_2O_3	0,008	0,018
Mn_2O_3	0,007	0,017
CaO	0,013	0,174
MgO	0,006	0,006
CuO	—	0,007
KCl	nicht bestimmt	nicht bestimmt
	101,518 Proc.	100,246 Proc.

	Proc.	Proc.
Titer des Natriumhydroxyds	111,590 Na_2CO_3	111,530 Na_2CO_3
Titer des Carbonats und Silicats	9,310 Na_2CO_3	8,730 Na_2CO_3
Alkalimetrischer Titer	120,900 Na_2CO_3	120,260 Na_2CO_3

	Proc.	Proc.
Titer des Silicats allein	0,957 Na_2CO_3	1,923 Na_2CO_3
Kieselsäure	0,271 SiO_2	0,544 SiO_2
Oxydirt, Gesammtsulfat	3,388 Na_2SO_4	2,903 Na_2SO_4
Erdige und metallische Verunreinigung	0,036	0,238

NaCl ist aus der Chlorbestimmung berechnet und umfasst auch das KCl.

Kupferoxyd stammt aus dem Robert-Vacuumapparat. Daraus ergibt sich, dass im rdigen und metallischen Verunreinigungen sich anhäufen und hier etwa zehnmal so orhanden sind als im Mantel. — Um den Kern möglichst klein zu machen oder gar winden zu bringen, muss man daher das fertig geschmolzene Aetznatron vor dem glichst gut klären lassen und dafür sorgen, dass der Bodensatz während des Aus- nicht aufgerührt wird.

con und Hurter wollen zur Zersetzung des Schwefelnatriums durch die nen schwachen elektrischen Strom leiten. Der Schwefel setzt sich auf der welche durch Bürsten u. dgl. reingehalten wird, an der Kathode bildet sich die nde Menge Natriumhydrat. Durch stärkere Ströme (auf 1 qm Elektrode 30 bis wird das Schwefelnatrium sofort in Sulfat verwandelt. Zur Vermeidung von Pola- verwendet man Wechselströme oder bewegte Elektroden (vgl. J. 1880, 297; 1883, aglich.)

Gehalt von Aetznatronlaugen nach dem spec. Gewicht bei

Spec. Gew.	Baumé	Proc. Na_2O	Proc. NaOH	1 cbm ent
				Na_2O
1,007	1	0,47	0,61	4
1,029	4	2,10	2,71	22
1,045	6	3,10	4,00	32
1,060	8	4,10	5,29	43
1,075	10	5,08	6,55	55
1,091	12	6,20	8,00	68
1,108	14	7,30	9,42	81
1,125	16	8,50	10,97	96
1,142	18	9,80	12,64	112
1,162	20	11,14	14,37	129
1,180	22	12,33	15,91	146
1,200	24	13,70	17,67	164
1,220	26	15,18	19,58	185
1,241	28	16,76	21,42	208
1,263	30	18,35	23,67	232
1,285	32	20,00	25,80	257
1,308	34	21,55	27,80	282
1,332	36	23,20	29,93	309
1,357	38	25,17	32,47	342
1,383	40	27,10	34,96	375
1,410	42	29,05	37,47	410
1,438	44	31,00	39,99	446
1,468	46	33,20	42,83	487
1,498	48	35,70	46,15	535
1,530	50	38,00	49,02	581

Das Aetznatron findet seine Hauptanwendung in der Seifenfabrikation, arbeitung und Reinigung der Producte der trockenen Destillation der Braunkohle Zwecke der Darstellung von Paraffin, Solaröl und Carbolsäure, zum Reinigen des zur Bereitung des Natronwasserglases und zur Erzeugung der Holzcellulose für die Pa und der Fabrikation des Alizarins, des Resorcins u. dgl.

Darstellung von Alkalisuperoxyd. Nach E. de Haën v Alkalinitrate mit Kalk oder Magnesia gemischt, indem man auf 100 Th. Sal 70 bis 90 Th. Magnesia bez. Kalk nimmt. In feuerfesten Gefässen steigender gesetzt, beginnt die Masse bei Dunkelrothglut nitrose Gase zu entwickeln, die s bei Rothglut allmählich durch Sauerstoff und Stickstoff verdrängt werden. Rothglut ist die Zersetzung vollendet. Die erhaltene graue poröse Masse wir zwischen 300 und 500⁰ liegenden Temperatur mit trockener und kohlensäure behandelt, wobei das Alkalioxyd in Superoxyd übergeht. Trägt man nu pulverte Masse unter Rühren in kaltes Wasser ein, so erhält man nach Entfe unlöslichen Kalks oder der Magnesia eine Superoxydlösung, die direct zum B verwendet werden kann. Lässt man die Superoxydlösung mit dem Kalk- oder M niederschlag unter beständigem Rühren zusammen, so setzt sie sich mit dem ständig und mit der Magnesia unvollständig zu Alkalihydrat und Calcium- be siumsuperoxyd um. Es kann jedoch auch die klare Superoxydlösung mit Calcium-, Strontium- oder Baryumsalzen oder deren Hydraten versetzt werden die Erdalkalisuperoxydhydrate unlöslich ausfallen.

Der Apparat zur Herstellung von Natriumsuperoxyd von H. Ne (J. 1897) besteht aus einem System von flachen Metallkästen, die so a sind, dass sie von den Feuergasen eines Ofens umspült und auf einer T

400° erhalten werden. Gusseiserne Kammern K (Fig. 425 u. 426), die nach rch mit Asbest abgedichtete Thüren T verschlossen sind, enthalten die flachen , die zur Aufnahme des Natriums dienen. Die Kammern sind mit Stutzen S ufteintritt und -austritt versehen und können durch Krümmer nach Belieben unter einander mit einer Centralluftleitung L und einer Centralableitung L_1 verbunden werden. Die Schaltung ist so angenommen,

Fig. 425.

Fig. 426.

uft von der Leitung L durch die Stutzen S_{1a} und S_{2a} in die Kammer K_a ein- dieser durch S_{3a} und S_{2b} in Kammer K_b u. s. w., bis sie endlich durch S_{4d} und L_1 den Ofen verlässt. Die Schaltung lässt sich so bewerkstelligen, dass jede ıern in cyklischer Vertauschung als erste in den Kreislauf eingefügt werden s ist dann jedesmal die vorhergehende Kammer diejenige, bei der der Luft- attfindet. Die Kammern sind durch Scheidewände in der Längsrichtung so dass der Luftstrom den durch Pfeile, wie in K_a, bezeichneten Weg zu ıat. Sobald der Ofen genügende Temperatur zeigt, werden sämmtliche it Natrium beschickt, in die Kammern geschoben und die Thüren luftdicht n. Die Schaltung wird so eingestellt, dass die Luft in Kammer K_a eintritt, ıern bis K_d passirt und aus Kammer K_d austritt. Nach gehöriger Zeit wird K_a geöffnet, der Kasten entleert und frisch beschickt und die Schaltung so dass die Luft nunmehr den Weg K_b K_c K_d K_a nimmt. In gleichen äumen werden jetzt die anderen Kammern beschickt und entleert, so dass die letztbeschickte Kammer den austretenden und die demnächst zu ent- Kammer den eintretenden Luftstrom erhält. Es empfiehlt sich, die zutretende getrocknet und kohlensäurefrei gemacht sein muss, vorher auf 350 bis 400° ıen (J. 1897).

riumbicarbonat (zweifach-kohlensaures Natron), $NaHCO_3$, wird dar- ndem man gewaschene Kohlensäure durch eine Auflösung von Natrium- leitet. War die Lösung concentrirt, so scheidet sich das Bicarbonat als sches Pulver aus, war sie verdünnt, so erhält man grosse Krystalle. Da re jedoch nur langsam von der Lösung absorbirt wird, so ist es vortheilhafter, ısäure auf das krystallisirte oder zum Theil verwitterte Natriumbicarbonat ein- lassen. Man nimmt ein Gemenge von 1 Th. krystallisirtem Natriumcarbonat verwittertem Salz oder auch ein Gemenge beider Salze zu gleichen Gewichts- d bewirkt die Sättigung dieses Gemenges durch Gährungskohlensäure oder am durch beim Brennen von Kalk erhaltene Kohlensäure. Wo Kohlensäure der römt, ist die Bereitung dieses Salzes sehr vereinfacht. Das Bicarbonat vom sodaprocess (S. 483) ist meist ammonhaltig.

ell und Hurter wollen das wasserfreie neutrale kohlensaure Natrium durch gleich- andlung mit Wasserdampf und Kohlensäure in Bicarbonat überführen.

Das Natriumbicarbonat krystallisirt in monoklinischen Tafeln, reag alkalisch und verliert schon bei 70°, sowie beim Kochen seiner Lösung Kohlensäure Monocarbonat über. In trockener Luft verwandelt es sich nach und nach in Ses 100 Th. Wasser lösen bei 0° 6,0 Th., und bei 15° 8,85 Th. Natriumbicarbonat. Ma zur Entwickelung von Kohlensäure bei der Herstellung von moussirenden Geträn Bereitung von Brot ohne Gährung (mit Salzsäure oder mit saurem Calciumphosphat) der Thonerde aus der Natrium-Aluminat-Lösung (in der Kryolith- und Bauxit-Indu

Einfuhr und Ausfuhr Deutschlands betrugen im J. 1899:

	Einfuhr		Ausfu	
	Menge	Werth in 1000 Mk.	Menge	Werth
Aetznatron	1267 t	253	3 884 t	
Natriumbicarbonat	190	21	879	
„ sulfat	7560	227	38 178	
„ schwefl. u. hypos.	213	21	5 495	
Soda, kryst.	92	5	1 705	
„ calc.	514	49	40 566	

Von Krystallsoda kostete in England die Tonne:

Jahr	Lstr.	s.	d.	
1800	44	10	0	T. Bell and R. C. Clapham.
1810	59	1	0	„
1820	36	10	0	„
1830	18	5	0	„
1840	10	2	6	„
1850	5	10	0	„
1860	6	15	0	„
1868	4	2	6	„
1878	3	12	6	E. K. Muspratt.
1889	2	2	6	Newcastle Daily Chronicle.

Chlorindustrie.

Salzsäure, Chlorwasserstoff. Weitaus die meiste Salzsäure wird gewo Zersetzen von Chlornatrium mit Schwefelsäure (S. 463), verhältnissmässig Herstellung von Potasche aus Chlorkalium nach dem Leblanc'schen Ve Zersetzung von Chlormagnesium (S. 513). Die entweichenden Dämpfe we Wasser in Lösung gebracht. Dieses geschieht um so leichter und vollst weniger dieselben mit Verbrennungsgasen u. dgl. gemischt und je niedriger ratur des Wassers ist. 1 g Wasser löst (unter 760 mm Druck) bei

Temperatur	Chlorwasserstoff	Temperatur	Chlorwasserstof
0°	0,825 g	24°	0,700 g
4	0,804	28	0,682
8	0,783	32	0,665
12	0,762	36	0,649
16	0,742	40	0,633
20	0,721	44	0,618

Die Salzsäuredämpfe werden meist durch eine grosse Anzahl Thongefässe in entgegengesetzter Richtung wie das Wasser geleitet, so dass die fast gesätti mit den concentrirtesten Gasen in Berührung kommt. Empfehlenswerth ist von Pützer (J. 1897) vorgeschlagene Schrägstellung des Verbindungsrohres für die Ueberleitung der Flüssigkeit. Die oberen Ansätze werden durch gebog rohre verbunden. Cellarius (J. 1899) empfiehlt eine längliche niedrige Absorptionsgefässe mit gewölbtem Boden *a* (Fig. 428). Das Gas tritt d stutzen *d* in den Absorptionsapparat hinein und aus ihm heraus und wird Apparat in den anderen durch gewellte Rohrstücke *e* und durch Bogenstücke

ung der Wandung von den Rohren *e* hat den Zweck, auch bei der Ueberleitung von einem Apparat zum anderen grosse Kühlflächen zu schaffen. (Vgl. J. 8.) Der Raumersparniss wegen verwendet man auch oft allein oder am Ende llreihe Thürme, deren Füllung ler Koks) mit Wasser berieselt ewährt haben sich auch hierfür tenthürme (S. 400).

Fig. 427.

Fig. 428.

Herstellung arsenfreier Salzsäure ist leicht durch Destillation mit rür zu erzielen, wobei das Arsen in die ersten Antheile des Destillates übergeht. setzt eine 30- bis 40proc. Säure mit etwas Eisenchlorür, entfernt die bei der on zuerst übergehenden 30 Proc. als arsenhaltig und fängt die dann über- 60 Proc., welche rein sind, gesondert auf. Auf diese Weise erhält man eine 30proc. Säure. Es wird ferner empfohlen, das Salzsäuregas mit kochendem u waschen (J. 1896, 397).

Hebung von Salzsäure (Schwefelsäure, Salpetersäure) auf mässige Höhen rch Membranpumpen, Thonpumpen, Emulseure, Pulsometer u. dgl. ausgeführt. r die in eisernen Druckkesseln leicht zu hebende Schwefelsäure sollen die ann'schen Vorrichtungen vortheilhaft sein (J. 1887). — Die Vorrichtung von it wird für Schwefelsäure aus einem Gusseisenkessel und Bleiröhren, für Salz- d Salpetersäure aus einem Thongefäss und Thonröhren hergestellt. Fig. 429) eignen sich besonders für Gusseisen. Der Deckel *a* wird auf den im ersteren Falle am besten mittels eines Bleiringes, im zweiten Falle mit uk gedichtet. *c* ist das Mannloch (welches bei dem Thongefässe fortfallen kann), essen Deckel das Steigrohr *d* und das Luftdruckrohr *e* hindurchgehen. Das r *d* ist mit dem seitlichen Heber *f* verbunden, welcher das Spiel des Apparates Das Speiserohr *g* steht in Verbindung mit dem Säurebehälter *h*; dieser muss aufgestellt sein, dass selbst bei völlig angefülltem Pulsometer und fast leerem *h* noch eine Flüssigkeitssäule von etwas grösserer Höhe, als die Länge des Hebearmes von *f* beträgt, auf dem Pulsometer lastet. Die Klappe *i*, welche rch ein Kugelventil oder (namentlich bei Salzsäure oder Salpetersäure) durch unteren Ende von *g* angebrachtes Kautschukrohr mit Schlitz (Bunsen-Ventil) nter Weise ersetzt werden kann, verhindert das Zurücksteigen von Säure während sie in *d* aufsteigt. Das Rohr *d* muss so angelegt sein, dass man es mit ber *f* zur Besichtigung des letzteren herausziehen kann.

r Apparat arbeitet wie folgt. Die Flüssigkeit läuft aus dem Behälter *h* durch *g* nach *b*, e ohne Unterbrechung von der Luftpumpe her durch *e* einströmende Druckluft durch *f* tweicht. Sobald sich das Gefäss *b* bis zur oberen Mündung von *f* gefüllt hat, kann die ht mehr gut hinaus, und entsteht daher schon ein wenig Druck. Trotzdem steigt in s Trägheitsmomentes die Säure noch immer etwas höher, kommt bis zum höchsten es Hebers (bei *k*) und bringt diesen zum Fliessen, worauf sich sofort das Flüssigkeits-

niveau in allen Röhren auf die Höhe der Ausflussöffnung von f, also auf m einstel
die Luft nicht mehr entweichen kann, so vermehrt sich der Druck allmählich und di
steigt im Rohre d auf, während sie in dem Kessel b sinkt. Da der Druck auf dem
spiegel in b auf allen Punkten der gleiche sein muss, und jeder Punkt auch den Geg
Flüssigkeitssäule in d auszuhalten hat, so muss die Säure innerhalb des äusseren Heberschenkels von f genau ebenso wie in dem Kessel b sinken (wie dies genau eingestellt werden kann, werden wir unten sehen) und das Niveau in beiden schliesslich bei n ankommen. Jetzt wird, da die Höhe der Säule am unteren Ende l

Fig. 430.

Fig. 429.

des Rohres d bis zu einem oberen Ausflusse o immer noch etwas grösser als diej
dem tiefsten Punkte des Hebers n bis zum Ausflusse o ist, die Luft die Säure vor
hinauswerfen, der Druck im Innern von b wird aufhören, und dieses Gefäss wird
Neuem von h aus durch i und g anfüllen können. Selbst wenn durch Zufall bei d
Wirkung etwas Säure aus d nach dem Heber f zurückgeflossen wäre und diesen
hätte, so wird doch der dadurch verursachte Druck die Anfüllung von b und h nich
können, da, wie oben angeführt, durch dessen höhere Aufstellung für einen entsp
Druck aus h gesorgt ist. — Sollte während der Hebung der Säure der Ausfluss au
der Reibung in d nicht so stark sein, als dem Volum der bei e eintretenden Luft ents
wird natürlich starker Druck auf den Flüssigkeitsspiegel in b entstehen, und kann so
die Säure im Heber bis an den Punkt n gedrückt werden, ehe das äussere Niveau in b
gesunken ist; alsdann wird die Luft unaufhörlich in Blasen durch n nach d und o a
indem sie die entsprechende Flüssigkeitsschicht schwebend hält. Dieses Durchgluc
man aber leicht von aussen hören, wenn man das Ohr an d legt und kann dann diesen U
beheben, indem man zunächst den Durchlufthahn ein wenig schliesst und später auf dem
Wege eine bleibende Regulirung anbringt, die bewirkt, dass der Druck in dem Pulso
höher als einige Centimeter über den zur Hebung im Rohre d nöthigen steigt. In de
luftrohr e, welches 5 bis 6 mm weit ist, wird zwischen dem darauf angebrachten (hier
zeigten) Abschlusshahn und der Mündung von e in dem Deckel c eine Flantschenve
eingeschaltet, in welche ein Kupferscheibchen eingelegt ist, das ein Loch von etwa 1 m
messer enthält. Findet man, dass bei offenem Hahne dieses Loch noch zu weit ist, da
dass die Luft im Steigrohre d durchgluckt, anstatt die Säure zu heben, so verengert

n Kupferscheibchen so weit als nöthig, und braucht dann den Hahn nur jedesmal ganz sobald der Apparat in Gang gesetzt werden soll. Alsdann kann er Jahre lang ohne beiten, so lange nicht fremde Körper in das Ventil *i* gerathen. — Da man während von *b* natürlich Druckluft verliert, so ist es besser, den Behälter *h* so hoch wie mög-tellen, mindestens 1,5 m über dem Pulsometer, und das Speiserohr *g* recht weit zu Die Druckluft muss durchaus unter gleichförmiger Spannung stehen, also der Com- einem Windkessel oder anderweitigem Regulator verbunden sein, so dass der Zeiger nessers constant bleibt. Die Oeffnung in der durchbohrten Regulirungsscheibe muss chsten im Apparate eintretenden Druck eingerichtet sein.
äure auf eine grössere Höhe zu heben, als der Druck der Luftpumpe gestattet, z. B. 35 m Höhe mit Luft von 4 At., kann man so verfahren, dass man einen zweiten Pulso-nittlerer Höhe aufstellt und beide so regulirt, dass sie richtig zusammenspielen. Es Allem darauf an, dass das Ventil *i* richtig functionirt und vermittels eines Reinigungs-cht immer wieder in Ordnung gebracht werden kann, da dieses Ventil der einzige Theil des Apparates ist; bei Salzsäure oder Kammerschwefelsäure kann es von bei Schwefelsäure von 60° B. und darüber muss es von Blei und sehr sorgfältig ge-n, weil bei nicht völliger Dichtheit desselben natürlich die Leistung des Pulsometers sinkt. — Der grosse Vortheil dieses Apparates ist der, dass er, einmal richtig ein-r keiner Bedienung bedarf und vielmehr Tag und Nacht ohne Unterbrechung wirkt; iessen oder Oeffnen eines Hahnes wird er augenblicklich ab- oder angestellt. Die Kosten desselben betragen viel weniger als der Brucheisenwerth der gewöhnlichen el. — Fig. 429 stellt ein Pulsometer von 50 *l* Gesammtraum und 40 *l* nützlichem Raum teigrohr *d* muss 35 mm weit sein. Die Luft wird dann beim Eintritt durch den Heber Flüssigkeitssäule heben und hinausschleudern, während bei einem weiteren Rohre der Säure zurückfliessen und Luft daneben aufsteigen würde. Der Apparat kann in der Stunde geben und in 24 Stunden 25 bis 30 cbm Säure heben. Der Apparat welcher für grössere Geschwindigkeit bestimmt ist, hat ein inneres Steigrohr *a* von nm Weite und ein erheblich weiteres äusseres, mit Ventil versehenes Speiserohr *b*, auf in weites Druckrohr *c*, ebenfalls mit einem Ventil, aufsitzt, das in der gezeigten Art eigrohr *a* nahe an dessen Ausmündung verbunden ist und welches natürlich stets gefüllt er Ausfluss geschieht dann unter dem Drucke der Säule *de* und kann bei grosser Weite *c* eine ausserordentlich grosse Leistung ergeben. (J. 1889.)

enschaften. Die Salzsäure bildet eine farblose, häufig durch Eisenchlorid oder e Stoffe gelblich gefärbte Flüssigkeit von stechendem Geruche. Bei 20° kann er das 475fache seines Volumens an Chlorwasserstoff absorbiren; die alsdann Flüssigkeit enthält 42,85 Proc. Chlorwasserstoff.

ewichte von Salzsäuren verschiedener Concentration nach Lunge (J. 1891).

Gew. 15°/4° . R.)	Grad Baumé	100 Gewichtstheile entsprechen bei chemisch reiner Säure		1 *l* enthält g HCl
		Proc. HCl	Proc. 20gräd. Säure	
00	0,0	0,16	0,49	16
05	0,7	1,15	3,58	12
10	1,4	2,14	6,66	22
15	2,1	3,12	9,71	32
20	2,7	4,13	12,86	42
25	3,4	5,15	16,04	53
30	4,1	6,15	19,16	64
35	4,7	7,15	22,27	74
40	5,4	8,16	25,42	85
45	6,0	9,16	28,53	96
50	6,7	10,17	31,68	107
55	7,4	11,18	34,82	118
60	8,0	12,19	37,97	129
65	8,7	13,19	41,09	141

Vol.-Gew. bei $\frac{15^0}{4^0}$ (luftl. R.)	Grad Baumé	100 Gewichtstheile entsprechen bei chemisch reiner Säure Proc. HCl	Proc. 20gräd. Säure	1
1,070	9,4	14,17	44,14	
1,075	10,0	15,16	47,22	
1,080	10,6	16,15	50,31	
1,085	11,2	17,13	53,36	
1,090	11,9	18,11	56,41	
1,095	12,4	19,06	59,37	
1,100	13,0	20,01	62,33	
1,105	13,6	20,97	65,32	
1,110	14,2	21,92	68,28	
1,115	14,9	22,86	71,21	
1,120	15,4	23,82	74,20	
1,125	16,0	24,78	77,19	
1,130	16,5	25,75	80,21	
1,135	17,1	26,70	83,18	
1,140	17,7	27,66	86,17	
1,1425	18,0	28,14	87,66	
1,145	18,3	28,61	89,13	
1,150	18,8	29,57	92,11	
1,152	19,0	29,95	93,30	
1,155	19,3	30,55	95,17	
1,160	19,8	31,52	98,19	
1,163	20,0	32,10	100,00	
1,165	20,3	32,49	101,21	
1,170	20,9	33,46	104,24	
1,171	21,0	33,65	104,82	
1,175	21,4	34,42	107,22	
1,180	22,0	35,39	110,24	
1,185	22,5	36,31	113,11	
1,190	23,0	37,23	115,98	
1,195	23,5	38,16	118,87	
1,200	24,0	39,11	121,84	

Anwendung. Salzsäure wird besonders zur Darstellung des Chlores, Kaliu und anderer Chlorpräparate (z. B. Chloralhydrat, Chloroform, Chlorbenzyl, Benzo Chlormethyl) angewendet, sie dient ferner zur Fabrikation des Salmiaks, des Chloranti Darstellung der Kohlensäure bei der Mineralwasserfabrikation, in der Farbenfabrikati

Chlor, Chlorkalk und Chlorate.

Zur Herstellung von Chlor wird Braunstein mit Salzsäure erwärmt

$$MnO_2 + 4HCl = MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2.$$

Als Entwickler verwendet man für den Grossbetrieb einen aus Steinplatten herg und mit heissem Theer getränkten Kasten von 1 bis 2 cbm Inhalt. Die Erv geschieht durch Dampf.

Benutzt man ein Gemenge von Braunstein, Kochsalz und Schwefelsäure:

$$2NaCl + MnO_2 + 2H_2SO_4 = Na_2SO_4 + MnSO_4 + 2H_2O + Cl_2,$$

so ist starkes Erhitzen erforderlich. Man verwendet dann einen dicken guss Kessel *A* (Fig. 431), dessen Ablassstutzen *D* mit vorgelegtem Thon und eine stopfen verschlossen wird. Der aufgeschraubte Bleicylinder *B*, dessen Deck Gasableitungsrohr trägt, dient als Steigraum. Die Entwickelung des Chlors Kessel *A* vor sich, das Eisen wird, so lange ein Ueberschuss von Braunstein vo ist, nur langsam angegriffen. Ist der Kessel durchgefressen, so ist in kurzer Z

gen Kosten ein neuer eingesetzt. Der Bleicylinder *B* ist am untern Theile, lei hauptsächlich angegriffen wird, stark verdickt, der obere Theil, der nicht der Flüssigkeit in Berührung kommt, überzieht sich bald mit einer dicken on Chlorblei und wird dann wenig mehr angegriffen. ge wird aus dem Stutzen *D* abgelassen, das Gefäss mit Wasser gut nachgespült (J. 1887).

Fig. 431.

Wiedergewinnung des Mangansuperoxyds meist nach dem Verfahren von W. Weldon (J. 1868), hem zu den wesentlich aus Manganchlorür bestehenden nachdem daraus durch Calciumcarbonat Eisenoxyd, und Schwefelsäure (als Gyps) gefällt wurde, auf 1 Mol. lorür etwa 2 Mol. Kalkhydrat gesetzt werden, worauf Manganoxydul, Kalkhydrat und Chlorcalcium bestehende einen Dampfstrom auf 50 bis 70^0 gebrachte Gemisch rische Luft eingepresst wird. Dadurch wird das Oxydulhydrat rasch oxydirt, Calciummanganit ($CaMnO_3$) oder auch Bimanganit $Ca(OH)_2 . 2MnO_2$ bildet. ltene Superoxydschlamm wird wieder wie Braunstein mit Salzsäure zersetzt, alciumlauge eingedampft um als conc. Lauge (z. B. für Eismaschinen) oder als orcalcium verwendet zu werden, oder aber mit Schwerspath und Kohle geglüht um zu liefern (J. 1889, 443; 1894, 491).

h Lunge (J. 1892) ergaben Versuche folgende Löslichkeit von Kalk in Chlorsungen von verschiedenem Gehalte bei Temperaturen von 20 bis 60^0 (angegeben CaO auf 100 cc Chlorcalciumlösung):

peratur	20^0	40^0	60^0	80^0	1000^0
. . . . . .	0,1374	0,1162	0,1026	0,0845	0,0664
Cl_2-Lösung .	0,1370	0,1160	0,1020	0,0936	0,0906
„ „ .	0,1661	0,1419	0,1313	0,1328	0,1389
„ „ .	0,1857*	0,2249	0,2204	0,2295	0,2325
„ „ .	0,1630*	0,3684*	0,3664	0,4112	0,4922

n mit * bezeichneten Fällen war ein Niederschlag von Calciumoxychlorid entstanden, sung etwas Chlorcalcium entzog.

igliche Versuche ergaben, dass im Anfange der Oxydation die Bildung des anganits um so langsamer vor sich geht, je mehr Chlorcalcium vorhanden ist, ie Oxydation bei 1 Mol. $CaCl_2$ fast dreimal so schnell wie bei 6 Mol. geht; rhältniss verschiebt sich aber stetig mit der Dauer des Lufteinblasens; nach m Blasen ist schon etwa Gleichgewicht eingetreten, und nach 10stündigem eigt ganz regelmässig der Oxydationsgrad mit der Menge des vorhandenen iums. Bei 1 Mol. $CaCl_2$ findet man nur 77,25 Proc. MnO_2. Der Oxydationst ziemlich schnell, bis der Chlorcalciumzusatz 3 Mol. beträgt, wo er = 83,3 Proc. noch langsam bis 85,5 Proc. In der Grosspraxis kommt man selbst bei dem sen selten erheblich über 79 oder 80 Proc. MnO_2, und zwar bei kleineren in etwa 3 Stunden, bei grösseren, mit sehr kräftigen Luftpumpen, in etwa . Daraus folgt, dass ein Zusatz von 3 Mol. Chlorcalcium auf jedes Atom as zweckmässigste Verhältniss für die Oxydation ist. Unterhalb 3 Mol. $CaCl_2$ Oxydation ganz erheblich langsamer vor sich; über 3 Mol. zuzusetzen, wäre umständlicher, und gibt bei mässiger Blasezeit (im Kleinen 7 bis 8 Stunden) nnenswerthen Vortheil, auch bei längerem Blasen einen vermuthlich noch zu nden Gewinn. Immerhin fällt die Operation im Ganzen stets um so günstiger

aus, je mehr Chlorcalcium vorhanden ist. — Das Chlorcalcium löst einen suspendirten $Mn(OH)_2$ auf, und letzteres wirkt nun nachtheilig auf die Ox ungelösten $Mn(OH)_2$ durch den Luftsauerstoff ein. Je mehr $CaCl_2$ vorhande mehr $Mn(OH)_2$ geht in Lösung, und desto mehr macht sich dessen verzögern geltend. Da jedoch die Oxydation nur verzögert, nicht gehemmt wird, allmählich immer mehr MnO_2 (oder vielmehr $CaMnO_3$), das sich ebenfalls zu der Chlorcalciumlösung auflöst und die erwähnte braune Flüssigkeit gibt, Oxydationswirkung eine beschleunigte ist. So wird nach einer gewissen Z zögernde Wirkung der MnO-Lösung durch die beschleunigende der MnO_2-L gehoben, und noch später wird die letztere sogar vorwaltend. Jetzt macht e auch geltend, dass die Menge des in Lösung gehenden MnO_2 ebenfalls mit des aufgelösten $CaCl_2$ steigt, und demnach muss in dem späteren Stadium Beschleunigung der Oxydation mit der Menge des vorhandenen Chlorcalcium

Nach neueren Vorschlägen von Weldon (J. 1884) werden die Manganchlorü gedampft und für sich oder mit festem Chlorcalcium und Chlormagnesium sowie früherer Operation erhaltenen Magnesium- oder Manganmanganit gepulvert, in ein schen Retorte behandelt, welche von aussen erhitzt und so eingerichtet ist, dass an das Pulver regelmässig und selbstthätig eingeführt und am anderen Ende das fest product ebenso entleert werden kann. Das Verfahren scheint keinen Beifall g haben.

Nach dem Vorschlage von J. Alsberge (J. 1889 u. 1890) lässt man auf Mangandioxyd einwirken, dass die Hälfte des MnO_2 unverändert bleibt:

1) $$2MnO_2 + 4HCl = MnO_2 + MnCl_2 + Cl_2 + H_2O.$$

Nun setzt man Salpetersäure zu und erwärmt auf höchstens 105° (in scheint man nicht über 50 bis 60° zu gehen); wobei sich die zweite Hälfte entwickelt, während alles Mangan in Nitrat übergeht:

2) $$MnO_2 + MnCl_2 + 4NO_3H = 2Mn(NO_3)_2 + 2H_2O + Cl_2.$$

Dann erhitzt man den Rückstand auf eine nicht ganz bis zur dunkle steigende Hitze, wobei Mangandioxyd regenerirt wird, während Stickstoffo weichen und durch Luft und Wasser zu Salpetersäure regenerirt werden:

3) $$Mn(NO_3)_2 = MnO_2 + N_2O_4$$

4) $$N_2O_4 + O + H_2O = 2NO_3H.$$

Schlösing (1862) hat bereits vorgeschlagen, das Mangandioxyd gleich Gemenge von Salzsäure und Salpetersäure zu behandeln, durch gelindes Erwä Chlor auszutreiben, die zurückbleibende Lösung von Mangannitrat zur Tr bringen und durch höheres Erhitzen wie oben MnO_2 und HNO_3 zu regener der Gleichungen 1) und 2) hätte man also die einfache Gleichung:

$$MnO_2 + 2HCl + 2HNO_3 = Mn(NO_3)_2 + Cl_2 + 2H_2O.$$

Nach P. de Wilde und Reychler (J. 1891) erhitzt man das durch gleicher Aequivalente von krystallisirtem Magnesiumsulfat, Chlormagnesium un chlorür erhaltene fast wasserfreie Gemenge dieser Stoffe bei Luftzutritt auf es entweicht Salzsäure und Chlor. Wenn man den Rückstand, $Mg_3Mn_3O_8$, erhitzt und einen Strom Chlorwasserstoffgas darüber leitet, so entsteht Chlor un dampf:

$$3MgSO_4 + 3Mg_3Mn_3O_8 + 16HCl =$$
$$3MgSO_4 + 3MgCl_2 + 3MnCl_2 + 8H_2O + 2Cl_2.$$

Man erhält $1/4$ der in der angewendeten Salzsäure enthaltenen Chlor freies Chlor. Gegen Ende der Reaction nimmt der Chlorgehalt des Gasst indem der Chlorwasserstoff unverändert bleibt. Der Rückstand enthält Reaction getretenen Chlorwasserstoffs in Form von wasserfreiem Chlormagne Manganchlorür. Erhitzt man diese Masse auf etwa 525° und leitet gleichze

ckener Luft darüber, so erzeugt man einen Strom von Chlorgas nach der

$SO_4 + 3MgCl_2 + 3MnCl_2 + O_8 = 3MgSO_4 + Mg_3Mn_3O_8 + 6Cl_2$.
durch wird die Masse wieder erhalten, welche durch Behandlung mit Chlor-
fgas bei 425° einen schwachen, bei darauffolgender Oxydation bei 525° einen
ılorstrom entstehen lässt. — Nach Lunge ist das Verfahren für ununter-
Arbeitsweise wenig geeignet (J. 1898).

con'sches Verfahren. Von den Verfahren zur Herstellung von
hne Braunstein ist zur Zeit das von Deacon am wichtigsten, bei
die Salzsäuredämpfe durch atmosphärischen Sauerstoff oxydirt werden:
O = $H_2O + Cl_2$ (vgl. J. 1876, 381; 1878, 396). — Deacon und
fanden, dass die Zersetzung von Salzsäure mit Sauerstoff bei einer weit
ı Temperatur stattfindet, wenn man das Gasgemenge, statt einfach durch
Röhren oder über poröse Stoffe, über erhitzte Kupfersalze, Bleisalze (mit
des Bleisulfats) oder Manganverbindungen leitet. Am wirksamsten erwiesen
upferverbindungen, so dass, wenn man ein Gemenge von Salzsäure mit einem
ıss atmosphärischer Luft über poröse mit Kupfersulfatlösung getränkte, auf
)0° erhitzte Körper leitet, alle Salzsäure zu Chlor und Wasser verbrennt. Bei
ction, welche schon mit 260° beginnt, bleibt das Kupfersulfat vollkommen
rt, sofern die Temperatur nicht zu weit gesteigert wird. Erst bei ungefähr
die Bildung und Verflüchtigung von Chlorkupfer beobachtet. Die Wider-
gkeit sowohl als die Wirksamkeit des Kupfersulfats bei diesem Processe kann
steigert werden, dass man ihm gewisse, für sich dem Gasgemenge gegenüber
e Salze beigesellt, z. B. Kaliumsulfat oder Natriumsulfat. Versuche führten
len Bedingungen für die Zersetzung zwischen Luft und Salzsäure bei Gegen-
Kupfersulfat:

ie Menge der durch 1 Mol. Kupfersulfat versetzten Salzsäure in gleich zusammen-
esetzten Gasgemischen bei derselben Temperatur hängt davon ab, wie oft die Gas-
ıolecüle durch die Wirksamkeitssphäre des Kupfersulfats gehen.

ür alle Geschwindigkeiten der durchströmenden Gase ist für lange Röhren von
emselben Querschnitt die Gelegenheit für Wirksamkeit in einer und derselben Zeit
ieselbe.

ı langen Röhren von verschiedenem Querschnitt ist die Gelegenheit für Wirksamkeit
ie gleiche, wenn die Stromgeschwindigkeiten im umgekehrten Verhältniss zu den
uadraten der Rohrdurchmesser stehen.

ı porösen Massen nimmt die Wirksamkeit in geradem Verhältniss mit der Geschwindig-
eit zu.

nter sonst gleichen Bedingungen wechselt die Menge der zersetzten Salzsäure mit
er Quadratwurzel der das Verhältniss von Salzsäure und Sauerstoff ausdrückenden Zahl.

ei sehr hohen Temperaturen bildet sich zwar etwas Chlorpulver, dessen Menge steht
doch in keinem Verhältniss zur Menge des gebildeten Chlors.

ie Wirksamkeit des Kupfersalzes erstreckt sich auch auf Gasmolecüle, welche nicht
it dem Salze in Berührung waren; die Zersetzung der Salzsäure findet also unter
edingungen statt, unter welchen ein stofflicher Austausch zwischen dem Kupfersalz
ıf der einen und Salzsäure und Luft auf der anderen Seite nicht stattfinden kann.

Versuchen von Lunge (J. 1897) sinkt mit Zunahme des Gehaltes an HCl
t der Zersetzungsgrad ziemlich regelmässig; von 79 Proc. des theoretischen
c. HCl auf 48 Proc. bei 42 Proc. HCl. Ein Versuch mit 51 Proc. HCl, also
über der durch den vorhandenen Sauerstoff oxydirbaren Menge, gab auch
roc. Zersetzung. Bei Vergleichung der Ergebnisse mit denjenigen, welche
Sauerstoff erhalten wurden, stellt sich die Zersetzung für gleichen Procent-
Gases an HCl etwas ungünstiger, wenn der Gasrest aus Luft, als wenn er
Sauerstoff bestand. Versuche über den Einfluss der Temperatur wurden

von 430⁰ an anfangs in Intervallen von 10⁰, dann in solchen von 20 bis stellt. Das Gasgemisch enthielt etwa 25 Proc. HCl und wurde abwechsel und bei 35⁰ angefeuchtet angewendet. Beim trockenen Gase steigt die Zerse sam bis 450⁰, bleibt ziemlich gleich hoch bis 490⁰ und fällt dann langsam bis 530⁰ nur sehr wenig. Beim feuchten Gase steigt die Zersetzung sehr Uebergange von 430 auf 440⁰, noch etwas mehr bei 450⁰, bleibt dann fast c verläuft parallel mit der Zersetzung des trockenen Gases, nur um wenig Proc abweichend; bei höherer Temperatur tritt ebenfalls ein langsamer Abfall scheint am besten, auf eine Temperatur zwischen 450 und 460⁰ hinzuzielen. dann nicht leicht Gefahr, unter die Grenze von 440⁰ zu sinken, was g schlechterung der Arbeit bedeuten würde. Bis 460⁰ ist die Verflüchtigung d salzes noch nicht merklich schlimmer als etwa bei 450⁰. Aber über 460⁰ würde diese Gefahr vergrössern, ohne eine bessere Zersetzung des Chlorwass erzielen. — In Bezug auf die Feuchtigkeit wäre es am besten, mit ganz trock zu arbeiten. Dies ist natürlich praktisch unmöglich, und es ist nicht einmal die, dann jedenfalls nicht leichte und billige, Abkühlung der Gase bis auf g Temperatur zu treiben, weil dabei schon recht viel Salzsäure durch Conde den Gasen ausgeschieden wird. Praktisch wird die durch Abkühlung auf 35 erreichende Entwässerung ausreichen, wobei der Zersetzungsgrad nicht viel als bei trockenen Gasen ist — aber nur unter der Voraussetzung, dass man d substanz nicht unter 440⁰, besser bei 450 bis 460⁰ hält. Der Einfluss der F macht sich schon bei 430⁰ sehr entschieden schädlich bemerkbar.

Bei der Ausführung des Deacon'schen Chlorprocesses w Verwendung gelangende Salzsäure entweder in einem gewöhnlichen Sul Kochsalz und Schwefelsäure bereitet, oder, was vorzuziehen, aus bereits g wässeriger Salzsäure entwickelt. Die chemische Fabrik Rhenania verwen eine Reihe Behälter *A* (Fig. 432 bis 434), welche durch Rohre *B* mit ei bunden sind. Zum Mischen dient Luft, welche aus der Leitung *L* den ve Gefässen, wie bei *C* angedeutet, zugeführt wird. Das aus Luft und Chlo

Fig. 432. Fig. 433. Fig. 434.

bestehende feuchte Gasgemenge wird durch die Verbindungsleitungen *D* ent *E* oder nach *F* abgeführt. Nach *E* gelangen diejenigen Gase, in welchen so wasserstoff vorhanden ist, dass sich das Gemenge zur Chlorbereitung n während die nach *F* geleiteten verdünnteren Gase lediglich zur Wiedergew Salzsäure Verwendung finden. Die Salzsäure und Schwefelsäure treten bei ungefähr im Verhältniss von 100 k Salzsäure von 20⁰ B. zu 550 k Schwefe 60⁰ B. ein, während bei *J* eine Schwefelsäure von etwa 55⁰ B. austritt. — A sprechenden Verfahren von Lunge (J. 1890), Vorster (J. 1890) und (J. 1891) sei verwiesen. — Pechiney & Cp. (J. 1893) verwenden einen l (Fig. 435 u. 436), welcher durch eine senkrechte Scheidewand in zwei ungl

gen getheilt ist, von denen die eine schmälere mehrere kleine Schalen $c\,c^1\,c^2$
e grössere steht ihrerseits durch ein Rohr C mit dem Kopf des Thurmes B in
ig. Letztere ist nach Art des Gloverthurmes mit Kiesel und Backsteinstücken
ber welchen sich eine
ern versehene, säure-
Schale befindet,
ie Flüssigkeit mög-
eichmässig auf die
re Fläche der Füllung
Die Säuren gelangen
i getrennte Röhren a
das Gefäss A und
die erste Schale c,
lie zweite u. s. f. und
eht sich auf diese
re innige Mischung;
gelangen sie in die
Abtheilung durch die
n O und fliessen durch das Rohr C in den Gloverthurm B, welchen sie
oben nach unten durchfliessen.

Fig. 435.

Fig. 436.

der praktischen Ausführung des Verfahrens [1]) wird das Gemenge von Chlor-
f und Luft durch einen Röhrenvorwärmer geführt, um auf etwa 470° erwärmt
n, dann in den Zersetzer. Als solcher dient ein gusseiserner Cylinder von
im Durchmesser und Höhe, umgeben mit einem Mauermantel; zwischen beiden
rzüge ausgespart. Im Cylinder befindet sich ein doppeltes Zwölfeck, gebildet
ieartig gestellten Eisenplatten, welche einen etwa 0,9 m weiten inneren, ring-
Raum zur Aufnahme der Contactsubstanz lassen. Der Raum ist oben mit
nungen, unten mit 6 Entleerungsöffnungen versehen. Das Gasgemenge tritt
e seitliche Oeffnung in den Zersetzer ein, durchzieht die ringförmige Schicht
ctsubstanz und entweicht durch ein Mittelrohr, nachdem der grösste Theil des
serstoffs nach

$$2HCl + O = H_2O + Cl_2$$

t. Als Contactsubstanz benutzen die englischen Fabriken und Kuhnheim
nonbrocken, die Rhenania Thonkugeln, welche mit etwa 2 Proc. Kupfer-
etränkt sind. Das entweichende Gasgemenge wird gekühlt, gewaschen, um
rsetzten Chlorwasserstoff zu entfernen, dann für die Herstellung von Chlorkalk
nia) oder Chlorat (Kuhnheim) verwendet. Das Verfahren ist gut.
ncke (J. 1896) will hierfür die Luft mit Sauerstoff mischen, ob mit Erfolg ist

rstellung von Chlor aus Salzsäure und Salpetersäure mit oder
wirkung von Schwefelsäure ist wiederholt versucht. Von den zahlreichen
gen [2]) möge hier nur das Verfahren des Vereins chemischer Fabriken
und 1896) angeführt werden. Dasselbe erfordert Salzsäure und Salpetersäure
hilfenahme von Schwefelsäure, entsprechend den Gleichungen:

1. $2HNO_3 + 6HCl = 2NOCl + 4Cl + 4H_2O$;
2. $2HNO_3 + 4HCl = N_2O_3 + 4Cl + 3H_2O$;
3. $HNO_3 + HCl = NO_2Cl + H_2O$:
4. $NOCl + HNO_3 = N_2O_4 + HCl$.

---

gl. Lunge: Sodaindustrie Bd. 3, S. 340.
. 1893, 415; 1895, 437 u. 445; 1896, 400; 1897, 456.

Welche von diesen Reactionen eintritt, ist abhängig von der Concentrat gewendeten Salpetersäure bez. des Säuregemisches und von dem Flüssigkeit bei der Einwirkung von dem Salzsäuregas überwunden werden muss. Ist d gleich Null, so tritt quantitativ Einwirkung ein nach Gleichung 1. Ist d Druck zu überwinden, so kommen je nach der Concentration der Salpetersäu Säuregemisches und je nach der Grösse des Druckes sämmtliche vier Re wechselndem Verhältniss zu Stande. — Für die Absorption der Salpetrigs concentrirte Schwefelsäure kommen folgende Reactionen in Betracht:

$$5.\ NOCl + H_2SO_4 = HSO_3NO_2 + HCl;$$

$$6.\ N_2O_3 + 2H_2SO_4 = 2HSO_3NO_2 + H_2O.$$

Kam die Umsetzung zwischen Salpetersäure und Salzsäure nach Gleic Stande, so bildet sich die Nitrose nach Gleichung 5. Kam die Umset Gleichung 2 zu Stande, so tritt Nitrosebildung ein nach Gleichung 6. N_2O_4 gehen unabsorbirt bez. unzerlegt durch concentrirte Schwefelsäure, zum T Wasser durch. Tritt also Umsetzung nach Gleichung 3 und 4 ein, so be Verluste an Salpetersäure und eine Verunreinigung des erhaltenen Chlor Stickstoffverbindungen. Leitet man die Umsetzung zwischen Salzsäure un säure nach Gleichung 1 und 5, so kann in einem Paar von Umsatzgefässen Umsetzung in Chlor von 66,6 Proc. der in Reaction getretenen Salzsäur werden. Will man eine Umsetzung von 98 Proc. erreichen, so sind hierf von Reactionsgefässen erforderlich, in denen sich die Umsetzung der Salz theilen muss:

I.	II.	III.	IV.
66 Proc.	22 Proc.	8 Proc.	2 Proc.

Wird dagegen die Umsetzung in Apparaten ausgeführt, in denen das Sa einen Druck zu überwinden hat, so tritt eine reine Reaction nach einer der Gl 1 bis 4 nicht mehr ein, sondern es kommen alle vier Reactionen je nach den U in wechselndem Verhältniss zu Stande. — Je mehr Salzsäure sich in einem Apparat nach Gleichung 2 umsetzt, desto mehr kommt eine Umsetzung 66 Proc. in einem Paar von Reactionsgefässen zu Stande. Soll also die Bildung von NO_2Cl und N_2O_4 vermieden werden, so ist es nöthig, bestir dingungen bei der Construction der Apparate und bestimmte Concentrationsve einzuhalten. Führt man einem Apparate, in dem die Umsetzung nach Gleich läuft, Salzsäure und Salpetersäure in entsprechendem Verhältniss zu, so müsst genutzte Säure frei von Stickstoffverbindungen ablaufen. Dies ist nicht der ablaufende Säure hält erhebliche Mengen Stickstoffverbindungen in der Oxyda der salpetrigen Säure in Lösung. — Bei der bei dem Verfahren sich ergebe sammensetzung des Gemisches von Schwefelsäure und Salpetersäure ist die a ausgenutzte Säure im Stande, bei weiterer Einwirkung von Salzsäuregas auf bis zu 5 Proc. ihres Gewichtes an Salzsäuregas aufzunehmen. Erwärmt man artiges Säuregemisch, so entweicht stürmisch Salzsäuregas und ist ersteres kurzer Zeit frei von Stickstoffverbindungen; es bleibt beim Erwärmen auf e nur eine geringe Menge Salzsäure in derselben gelöst. Um deshalb in Um apparaten, in denen das Salzsäuregas einen Druck nicht zu überwinden hat, genutzte ablaufende Säure frei von Stickstoffverbindungen zu erhalten, ist es n ablaufende Säure mit Salzsäuregas zu sättigen und dieselbe dann zu erhitze concentrirte Schwefelsäure eine bestimmte Menge NOCl zerlegt, d. h. enthält eine bestimmte Menge HSO_3NO_2, so wirkt Salzsäuregas auf derartige Säure der Gleichung:

$$7.\ HSO_3NO_2 + HCl = H_2SO_4 + NOCl;$$

.lso Umkehr der Reaction nach Gleichung 5 statt. Diese Einwirkung ist um
scher, je unverdünnter das Salzsäuregas ist. Soll also eine möglichst voll-
Zerlegung des gebildeten NOCl neben möglichst hoher Concentration an
in den Schwefelsäure-Reactionsgefässen erreicht werden, so ist es nöthig, die
.ure-Reactionsgefässe mit den Schwefelsäure-Reactionsgefässen so zu schalten,
n Salzsäure reichsten Reactionsgase mit der an HSO_3NO_2 ärmsten Schwefel-
ımmentreffen und umgekehrt.

Jmsetzung zwischen Salzsäure und Salpetersäure wird in Apparaten ausgeführt,
ein Flüssigkeitsdruck nicht zu überwinden ist, weil nur in dieser Form eine
ction, und zwar nach Gleichung 1, ohne schädliche Bildung von NO_2Cl und
alten wird, wie oben beschrieben. Die Salpetersäure kommt in Form eines
von Schwefelsäure und Salpetersäure zur Anwendung, dessen Zusammen-
edingt wird durch die Zusammensetzung der Nitrose, aus der die salpetrige
Salpetersäure regenerirt wurde. Sind die Theile des Apparates nebeneinander
t, so muss jedem Apparate *A* (Fig. 437) so viel Mischsäure zugetheilt werden,
m sich mit
gas umsetzen
Venn z. B.
Umsetzung
Salzsäure
ersäure drei
A_1 A_2 A_3 zur
ıg kommen,
Mischsäure,
n Apparat
wird, zu
in dem Ver-
69 : 23 : 8.
t jeder *A*-
ler zur Um-
vischen Sal-
und Salz-
nt, so zu
lass in ihm
die Salpetersäure, die in jedem der Apparate zur Umsetzung gelangen kann,
Salzsäuregas umsetzt, sondern dass auch die ausgenutzte Mischsäure in ihm
Salzsäuregas sättigen kann. Die aus den Apparaten A_1 A_2 A_3 abfliessende
ıngt durch eine gemeinsame Rohrleitung in das geschlossene Gefäss *F*, in dem
wa 130^0 erwärmt und hierdurch von der gelösten Salzsäure und den in ihr
n Stickstoffverbindungen befreit wird. Das Verfahren dürfte bei der heutigen
der Elektrolyse wenig Verbreitung finden.

Fig. 437.

stellung von Chlor aus Chlorcalcium und Chlormagnesium.
ıhren[1]) von Pechiney und Weldon war in Salindres und bei Albright
n in Oldbury im Betriebe (J. 1888). Die Chlormagnesiumlösung wird ab-
bis sie der Formel $MgCl_2 . 6H_2O$ entspricht, dann mit 1,3 Aeq. MgO versetzt
ıg von Oxychlorid. Zur Mischung dient eine, auf Rollen *a* drehbare runde

gl. J. 1881, 277; 1882, 374; 1885, 249 u. 253; 1886, 401 u. 1159; 1887, 544; 1888,
; 1889, 444; 1890, 497; 1891, 379; 1898, 353; 1899, 403.

Eisenpfanne *A* (Fig. 438 u. 439); der Antrieb erfolgt durch Zahnrad *c* von de scheibe *B* aus, welche auch die Rührer *C*, *D*, *E* in Bewegung versetzt (vgl. S. 4 Magnesia wird durch ein Becherwerk in die Pfanne, welche das concentrirte M chlorid enthält, unter Umrühren eingetragen. Unter Wärmeentwickelung b das Oxychlorid und erstarrt zu einer, von den Rührern in Stücke vertheilt Masse. Das Oxychlorid hat z. B. folgende Zusammensetzung:

$MgCl_2$	35,00;	Cl = 26,16 Proc.
MgO	19,84	
H_2O	41,16	
Unreinigkeiten . .	4,00	

Fig. 438.

Fig. 439.

Dasselbe kleinert und Was durch ei Maschensieb fä dem Chlormagn der Oxychlorid wieder zugesetz körnige Oxychl darauf getrockne bei soll die Te 300⁰ nicht übers Das Oxychlorid bis 65 Proc. des und dabei auc 8 Proc. des Cl Salzsäure. 10 chlorid obiger Zu setzung lieferte Rückstand mit f proc. Zusammen

$MgCl_2$ . .	44,45
MgO . . .	28,36
H_2O . . .	21,62
Unreinigkeiten	5,47

Das Zersetzen des Oxychlorides geht in Kammern vor sich, welch Regeneratorgasfeuerungen geheizt werden. Die gewählte Art der Heizung i glücklich. Von 100 Th. Chlor einer Beschickung bleiben 15 Th. im Rüc 45,23 Th. werden als freies Chlor entwickelt und 39,77 Th. bilden Salzsäure. 7 Proc. beim Trocknen verloren gehen, so vertheilen sich 100 ursprüngl. Chlor in f Weise:

Verlust beim Trocknen	6,60	Proc.
Im Rückstand bleiben	14,00	„
Freies Chlor	42,25	„
Chlor als Salzsäure	37,15	„

Da ausserdem noch 5 Proc. Verlust angenommen werden, so findet mit das Verfahren eingeführte Chlor folgendes statt:

Cl Verlust	beim Trocknen	6,27	11,27 Proc.
	Allgemeiner Verlust	5,00	
Cl welches wieder in das Verfahren eintritt	Im Rückstand bleibt .	13,30	48,59 „
	als HCl	35,29	
Chlor, freies			40,14 „

Gewinnung von 40,14 Th. Chlor im freien Zustande müssen 100 — 48,59 = h. Chlor erzeugt werden. Der Rückstand wird nach Beendigung der Zer- ıus den Oefen in durch Wasser gekühlte Gefässe gebracht, welche mit Rühr- ersehen sind. Die Abkühlung erfolgt rasch. Die Masse wird darauf abgesiebt; ere Theil ($^6/_7$) geht durch das Sieb, ist fast vollständig zersetzt und enthält Proc. Chlor, dem Gewicht nach. Der auf dem Sieb verbleibende Theil, etwa ınzen Masse, ist noch fest und wenig zersetztes Oxychlorid. Der Chlorgehalt 10 Proc., da es wasserfrei ist. Dieser Theil des Rückstandes wird direct in zurückgebracht, während die Magnesia (in Salindres) in Salzsäure gelöst wird Verfahren wieder durchmacht.

Salindres waren December 1887 2 Feuerungen mit je 8 Kammern im Betriebe. elt 720 bis 760 k Chlor, welche nach Pechiney's Angaben folgende Kosten ıten:

4300 k Kohlen	41,18 Mk.
Arbeit	59,20 „
Ausbesserung	16,00 „
Magnesiaverlust u. dgl.	4,00 „
	120,38 Mk.
1000 k Chlor würden kosten:	167,36 Mk.

voller Ausnutzung der Oefen, Erhöhung der Zersetzungstemperatur und be- unter Berücksichtigung der englischen Kohlenpreise sollten die Kosten für Chlor auf 75 Mark heruntergehen.

der Ammoniaksodafabrik Szczakowa wurde aus den Endlaugen der on durch Abdampfen das Chlornatrium ausgeschieden, aus dem Chlorcalcium ohlensäure und Magnesia Chlormagnesium hergestellt und dieses nach Weldon- ey auf Chlor verarbeitet (J. 1893, 341). Das Verfahren ist überall wieder en. —

Neustassfurt (J. 1889, 1890 u. 1891) wird das Chlormagnesium bez. Magne- hlorid in Muffelöfen zersetzt; das abziehende Gasgemisch von Chlorwasserstoff n Chlor wird durch geeignete Thürme geleitet, in denen erstere als concentrirte Salzsäure gewonnen wird, während das hindurchgehende Chlor zur Dar- von Kaliumchlorat Verwendung findet. Das Verfahren ist um so bedeutungs- ls die erhaltene Salzsäure nur Spuren von Schwefelsäure und völlig arsenfrei zurückbleibende Magnesia wird als solche verwerthet (Potasche S. 455, brikation u. dgl.).

h Th. Schlösing (J. 1892) erhält man in folgender Weise ein 20 bis Chlor enthaltendes Gasgemisch. Eine aus Scharmotte gebildete Retorte M) u. 441 S. 514) erhält einen etwas abgeschrägten Boden M^1 und wird von aussen ne geeignete Heizanlage auf Rothglut gebracht. Ueber diesem Boden M^1 wird einem oder mehreren Stücken bestehende Scharmotteeinlage G angeordnet, ur Bildung eines Rostes mit rechteckigen, schmalen und in der Höhe der Ein- verengenden Spalten ausgerüstet ist. Diese Einlage erstreckt sich über die e Bodenfläche, lässt zwischen sich und dem Boden einen Hohlraum V und dem der Beschickungsöffnung der Retorte zunächst liegenden Theile F eine brochene Fläche. Auf den so gebildeten Rost breitet man eine etwa 20 cm hohe wasserfreien Chlormagnesiums aus, welche vorn gegen einen wegnehmbaren

Quersteg T anliegt. Ueber der Schicht verbleibt ein freier Raum S, der
Rohr A mit einer Zuführung für reine Luft in Verbindung steht; der untere
steht seinerseits durch ein Rohr B mit einem Kanal in Verbindung, um das ch

Fig. 440. Fig. 441.

Gasgemisch aufzusammeln. Dann schliesst man die Retorte durch einen gut ve
Deckel C ab. Nachdem das Ganze auf Rothglut gebracht ist, wirkt die in den Z
räumen der Chlorverbindung aufgespeicherte Luft auf letztere ein und sättigt
Chlor; in Folge dessen wird diese mit Chlor gesättigte Luft schwerer als die fri
und sucht nach dem freien Raume V zu gelangen. Wenn also dem Raume S b
frische Luft durch die Oeffnung A zugeführt wird und die nach dem Raum
weichenden Gase fortwährend bei B austreten können, so wird die Bewegung
gemisches durch die Chlorverbindung hindurch von oben nach unten ebenfalls b
aufrecht erhalten werden, und es entwickelt sich das Chlor bis zur vollständi
setzung des Chlormagnesiums in Magnesiumoxyd.

Mond will dampfförmigen Salmiak über Magnesia leiten, das gebildete Chlorm
und Oxychlorid durch Sauerstoff zersetzen (J. 1898, 355).

Die Herstellung von Chlor durch Elektrolyse gewinnt immer
Bedeutung (S. 528).

Durch Druck und Abkühlung verflüssigtes Chlor[1]) wird von Rheinau in de
gebracht. Beachtenswerth ist hierfür folgendes Verhalten desselben:

Temperatur °	Druck des flüssigen Chlores	Spec. Ge
—30	1,2 Atm.	1,5230
—20	1,84 „	1,4965
—10	2,63 „	1,4690
0	3,66 „	1,4405
10	4,95 „	1,4118
20	6,62 „	1,3815
30	8,75 „	1,3510
40	11,50 „	1,2830

Verwendung des Chlores. Die bleichende Eigenschaft des Chlores be
seiner grossen Verwandtschaft zum Wasserstoff, nach welcher es organischen Stoffen
stoff entzieht und dieselben auf diese Weise zerlegt oder eine Wasserzersetzung bewirkt,
Folge die färbenden Stoffe durch den ausgeschiedenen Sauerstoff des Wassers oxydirt
Durch Chlor können nur stickstofffreie organische Stoffe gebleicht werden, sticksto
nehmen eine gelbe Farbe an. Ausserdem findet das Chlor noch als Oxydationsmittel
Lösungsmittel, so z. B. bei der Lösung von Gold aus kiesigen Erzen u. dgl., bei der Sc
des Goldes vom Silber, bei der fabrikmässigen Darstellung verschiedener Präparate
Kaliumpermanganats, des Ferricyankaliums, des Chloralhydrates, des Chloroforms u. d
fache Anwendung. —

1) Vgl. J. 1890, 507; 1891, 381.

lorkalk[1]). Zur Herstellung von Chlorkalk wird Chlor in eine vierseitige
r aus Platten von Sandstein oder Steinzeug oder aus Backsteinen gemauert,
mit Asphaltkitt zusammengefügt und mit Theer oder Asphaltfirniss überzogen
eitet, welche eine Schicht gelöschten Kalk enthalten. Das Chlor wird schnell
er Wärmeentwickelung aufgenommen. Die Temperatur soll nicht höher als 50°
weil sich sonst chlorsaurer Kalk bildet. Sobald kein Chlor mehr aufgenommen
mmt man den fertigen Chlorkalk aus den Kammern und beschickt diese von

lorkalkerzeugung in einem Mehrkammersystem nach Angaben von Delplace
er Lari'schen Sodafabrik in Petrowitz im Betriebe. Nach L. Jahne besteht
em aus einer 2 m hohen Bleikammer, welche durch sich kreuzende Wände in
ig gesonderte Abtheilungen getrennt ist. Die Gaszuleitung erfolgt aus drei in
er Entfernung aufgestellten Sandsteinentwicklern, welche eine gemeinsame Zu-
besitzen, und deren Füllen und Entleeren in gleichen Zeitabschnitten vorge-
wird, so dass stets ein gleichförmiger Strom von Chlorgas zur Kammer kommt.
r 4 Kammern *A* bis *D* (Fig. 442) besitzt an jener Ecke
ke, welche der Mitte des Systems zu liegt, ein Gas-
ohr und an der diagonal entgegengesetzten Ecke ein
Gasaustrittsrohr. Ferner befindet sich an jeder Kam-
sser der Arbeitsthür und der Oeffnung im Boden zum
les fertigen Chlorkalkes, eine Glocke zur Beobachtung
e, ein Thermometer und eine Oeffnung zum Probe-
Die Enden dieser 8 Zuleitungs- und Ableitungsrohre
in eine Umschaltevorrichtung, ebenso das Hauptgaszuleitungsrohr und, ent-
d angeordnet, 3 Absaugrohre (Hauptabsaugrohre), welch letztere durch eine
leitung in einen Abzugskamin münden. Die Verbindung der einzelnen Rohr-
folgt durch Aufsetzen von Bleiglocken über je 2 Oeffnungen so, dass das
Mitte befindliche Hauptgasrohr mit dem Einströmungsrohre von *A*, das Ab-
gsrohr von *A* mit dem Einströmungsrohr *B*, die Abströmung *B* mit der Ein-
g *C*, die Abströmung *C* mit der Einströmung *D* und endlich die Abströmung *D*
m der drei Hauptabzugsrohre verbunden ist (J. 1887, 546).

Fig. 442.

D ← C
A → B

ı lässt zunächst das Gas auf den Inhalt von *A* einwirken, bis die gewünschte Stärke des
kes erreicht ist, und verbindet dann das Hauptgasrohr mit der Einströmung von *B*. Bei
sig fortgesetzter Arbeit erfolgt das Umlegen des Gasstromes auf die nächste Kammer in
igen Zeitabschnitten. Die gesättigte oder „fertige" Kammer wird zunächst einige
sich selbst überlassen, wobei sie noch Gas absorbirt, wie aus dem Blässerwerden der
ungsglocken deutlich zu ersehen ist. Dann aber verbindet man das Ausströmungsrohr
mit dem Einströmungsrohre der zuletzt mit frischem Kalk beschickten Kammer und
strömungsrohr mit einem der 3 Hauptabsaugrohre, während welcher Zeit (es genügen

---

[1]) Chlorkalk wurde im J. 1799 von Ch. Tennant in Glasgow zum ersten Male fabrik-
rgestellt.
Tonne Chlorkalk (Bleichpulver) kostete in England:

Jahr	Lstr.	s.	d.	Author.
1799	168	0	0	J. Tennant and R. C. Clapham.
1805	120	0	0	„
1815	80	0	0	„
1830	23	0	0	„
1840	21	0	0	„
1850	13	15	0	„
1860	11	0	0	„
1868	10	12	0	„
1878	5	0	0	E. K. Muspratt.
1886	5	17	6	„

2 bis 3 Stunden) das Gas nur durch zwei Kammern streicht. Ist z. B. *A* fertig, so wir absorbirtes Gas über die letzte beschickte Kammer *D* abgesaugt; ist *B* fertig, so leite Gas über *A*, von *C* über *B* und von *D* über *A*. Ist diese Absorption vor sich gegange die letzt beschickte Kammer wieder als die letzte eingeschaltet. — Die Gasrohre sind weit. Um daher aus der jedesmal fertigen Kammer das überschüssige Chlor abzusau für jede Kammer noch besondere, 12 cm weite Bleirohre vorhanden, welche durch K verbunden werden können. Ist also der Inhalt von *A* fertig, so verbindet man das wei rohr mit dem entsprechenden der frischgefüllten Kammer *D* und öffnet die Klappe d Einströmungsrohres von *A*, um den Zutritt von Luft zu ermöglichen. Alle übrigen C der weiten Rohre bleiben verschlossen. Jede der 4 Kammern besitzt ferner an einer g Stelle der Wand einen kleinen Kasten aus Bleiblech, der oben eine verschliessbare Oe sitzt, welche ebenfalls durch ein Kniestück mit der Muffe einer in den Kamin münde leitung aus Thonrohren zu verbinden ist. Es geht also das verbleibende Gas aus *A* nac hier seines Chlorgehaltes beraubt und streicht dann durch die Kastenöffnung aus *D* in zugskamin. — Nach mehrmonatlichem ununterbrochenem Betriebe und 24stündigem Z an vier auf einander folgenden Tagen jedesmal um 8 Uhr Morgens eine Probe aus sä Kammern genommen:

Montag. Gasweg: *C-D-A; B* fertig.

C	Probe von der Etage	97° (chlorimetrisch)
D	„ vom Boden	16°
A	„ von der Etage	38°
B	Durchschnitt nach dem Oeffnen	117°

Dabei wurde der unmittelbare Gasstrom um 12 Uhr Nachts von *B* auf *C* überlegt, welch der Probenahme also bereits 8 Stunden als erste im Systeme war. Bis 4 Uhr Morgens b *B* sich selbst überlassen zur vollständigeren Absorption; darauf saugte man das übrig g Gas bis 7 Uhr Morgens nach *A* über, welche Kammer sich also in 3 Stunden bis auf 38° an Durch *B* wurde noch bis 10 Uhr Vormittags unmittelbar Luft gesaugt und endlich diese geöffnet und gezogen.

Dienstag. Gasweg *D-A-B; C* fertig.

D	Probe vom Boden	70°
A	„ von der Etage	47°
B	„ „ „ „	15°
C	Durchschnitt	121°

Dabei erhielt *D* seit 8 Stunden unmittelbar Gas, und über *B* wurde durch 8 Stunden absorbirte Gas von *C* abgesaugt.

Mittwoch. Gasweg *A-B-C; D* fertig.

A	Probe von der Etage	108°
B	„ „ „ „	20°
C	„ „ „ „	33°
D	Durchschnitt	124°

Hier erhielt *A* seit 8 Stunden unmittelbar Gas, und über *C* wurde durch 3 Stunden n genommenes Gas aus *D* gesaugt.

Donnerstag. Gasweg *B-C-D; A* fertig.

B	Probe von der Etage	102°
C	„ „ „ „	53°
D	„ „ „ „	12°
A	Durchschnitt	116°

B seit 8 Stunden im directen Gas, über *D* durch 3 Stunden aus *A* nicht absorbi abgesaugt.

A	zeigt also in 4 Tagen:	38°	47°	108°	116°
B	„ „ „ „ „	15°	20°	102°	(119°)
C	„ „ „ „ „	33°	53°	—	(120°)

Der Apparat von Hasenclever in der chemischen Fabrik Rhenania aus übereinander liegenden Röhren (in Fig. 443 und 444 (1:45) sind deren geordnet *A*, *B*, *C*, *D*), wovon, je nachdem die Menge des zu absorbirenden Ch gross oder klein ist, eine grössere oder kleinere Anzahl zu einem System v werden. Jedes Rohr ist mit einem Rührwerk versehen, welches durch ein a

er Achse angebrachtes Stirnrad bewegt wird und gleichzeitg als Transport-
e wirkt. Die Achse des unteren Rührwerks wird vermittels Schnecke und
enrad bewegt und überträgt die Bewegung durch ein Stirnrad auf die darüber
n Rührer. Das Schneckenrad *S* sitzt lose auf der Achse des unteren Rühr-

Fig. 443. Fig. 444.

nd wird durch einen Stift *T* mit dem Stirnrad verbunden, wenn das Rührwerk
soll. Wird der Stift *T* entfernt, so bleiben sämmtliche Rührwerke des Appa-
ehen. Der Kalk, im Trichter *E* aufgegeben, wird vom oberen Rührer vor-
ach dem anderen Ende des Rohres *A* hingeschafft und fällt durch den die
4 und *B* verbindenden Stutzen *F* in das Rohr *B*. In diesem wird der Kalk
durch das Rührwerk rückwärts nach dem Stutzen *G* geschoben und fällt in das
. In gleicher Weise in *C* vorwärts und in *D* rückwärts bewegt, gelangt der
r fertige Chlorkalk in den Sammelkasten *I* und wird von dort durch Oeffnen
chiebers in die zur Versendung bestimmten Fässer gefüllt. — Das Chlor tritt auf
te bei *K* in das Rohr *D* ein, geht durch das am Ende befindliche Verbindungs-
I nach Rohr *C* und von dort durch die Stutzen *G* und *F* von einem Rohr zum
Der Trichter *E* hat an seinem untern Theile eine Art Drosselklappe, welche
inen auf einer Achse befestigten Daumen geöffnet und geschlossen wird, um die
fgabe möglichst gleichförmig und regelmässig machen zu können. Zur be-
Controle der Rühr- und Transportschnecken haben die Rohre *A*, *B*, *C*, *D* Oeff-
, welche mit Deckel *P* dicht zu verschliessen sind. — Um diese vier Rührwerke
oen, ist etwa 1 Pf. erforderlich. Der Arbeitslohn stellt sich auf etwa 0,6 Mark
fertigen Chlorkalk, einschliesslich Löschen und Sieben des Kalkes, Bedienung
pparate und Verpacken der fertigen Waare. Der Vortheil des mechanischen
ates besteht weniger in einer Verminderung der Fabrikationskosten, als haupt-
h in der verbesserten Art und Weise der Arbeit für die in der Chlorkalkfabrikation

beschäftigten Leute. Ein Einathmen von staubigem Chlorkalk und von sc
Gasen wird wesentlich vermindert im Vergleich zu allen sonstigen Einrichtung
Cylinder mit Rührwerk liefern täglich etwa 1 t Chlorkalk. — Beim Arbeiten
centrirtem Gas darf der Apparat nur dann und wann in Bewegung gesetzt werd
sich der Kalk nicht zu hoch erhitzt (J. 1891, 386). — Der Apparat arbeitet
züglich.

Ueber die Bildung des Chlorkalkes[1]) liegen zahlreiche Arbeiten v
der Chlorirung des Kalkes ist der Wassergehalt des letzteren von wesentlich
fluss; es existiren aber darüber die verschiedensten Ansichten. So behaupten G
und später Frike und Reimer (J. 1869, 208), ein wasserfreies Kalkhydrat
chlorirungsfähig. Göpner (J. 1873, 275; 1874, 325) findet einen Ueberschuss
8 Proc. am günstigsten, aber keineswegs genügend. Richters und Junker (
325) empfehlen einen Wasserüberschuss von 1 bis 2 Proc., Davis (J. 1873,
pfiehlt 3 bis 4 Proc. Kopfer (J. 1875, 442) erhält schon Chlorkalk beim (
von unvollständig gelöschtem Kalk. Lunge (J. 1880, 309) und Schäppi (
281) zeigen, dass sich auch unvollständig gelöschter Kalk chloriren lässt und
Chlorkalk bloss 1/2 Mol. Hydratwasser zugetheilt werden darf, womit sich
grosse Chloraufnahme leicht erklärt: $2Ca(OH)_2 + 2Cl_2 = 2CaOCl_2 . H_2O +$ I
$CaO + H_2O = Ca(OH)_2$. Es ist nicht gelungen, einen völlig wasserfreien A
zu chloriren, was für Göpner's Formel grossen Werth gehabt hätte, so
gegen dieselbe sprechen kann. Ohne Schwierigkeit lässt sich ein Chlorkalk vo
43 Proc. bleich. Chlor erhalten, wodurch jede Formel, die diesen Gehalt als au
weisen behandeln muss, unhaltbar wird. Der stärkste Chlorkalk lässt sich bei tro
Chlor mit einem Kalkhydrat bereiten, welches 2 bis 4 Proc. Wasserüberschuss h
feuchtem unvollkommen getrocknetem Chlor ist ein geringer Ueberschuss vo
2 Proc. am günstigsten. Die Bildung von Chlorcalcium ist sehr unbedeute
Scheurer-Kestner (J. 1868, 216) findet als höchste Temperatur bei ein
malen Processe 55°, Hurter 40°, Gmelin 18° und Bobierre (J. 1868, 21
Schäppi erhielt bei Verwendung von feuchtem Chlor:

Temperatur	bleich. Chlor
—17°	2,3
0°	19,88
7°	33,24
21°	35,50
21°	39,50
30°	40,10
40°	41,18
45°	40,50
50°	41,52
60°	39,40
90°	4,26

Es ist somit unrichtig, dass bei 0° Kalkhydrat kein Chlor aufnehmen ka
nach zweistündigem Einleiten von Chlor schon ein 20proc. Chlorkalk entstand
selbst unter 0° noch ein solcher, allerdings noch sehr schwacher entsteht. Mit troc
Chlor ist für die Absorption die Temperatur 10 bis 16°, mit feuchtem 20 bis
günstigsten; am bestem scheint in jedem Fall 40 bis 45° zu sein. Der beim Lös
Chlorkalk im Wasser bleibende Rückstand besteht wesentlich aus Calciumhydra
auch aus nachfolgender Analyse eines guten Chlorkalkes hervorgeht:

---

1) J. 1881, 281 mit vollständiger älterer Literatur; 1882, 378; 1883, 351; 188
1887, 549.

CaO	39,89	entspr.	$2CaOCl_2 + H_2O$.	82,65
bleich. Chlor .	43,13		$CaCO_3$	0,95
Cl als $CaCl_2$ . .	0,29		$CaCl_2$	0,44
H_2O (direct) .	17,—		$Ca(OH)_2$ . . .	6,80
CO_2 (direct) .	0,42		H_2O (frei) . . .	9,82
				100,66

ıch die neuesten Versuche von Lunge bestätigen die Formel $CaOCl_2$ für Chlor-. 1887). Myers (J. 1893) will $OCaCl_2$ haben.

n Werthverlust des Chlorkalkes beim Aufbewahren in Fässern bei 5 bis e J. Pattinson. Drei Sorten Chlorkalk hatten am 29. Januar 1885 (I), sowie nach er Aufbewahrung in Fässern am 5. Januar 1886 (II) folgende Zusammensetzung:

	A		B		C	
	I	II	I	II	I	II
es Chlor	37,00	33,80	38,30	35,10	36,00	32,90
Chlorid	0,35	2,41	0,59	2,42	0,32	1,97
Chlorat	0,25	0	0,08	0	0,26	0
. . . .	44,49	43,57	43,34	42,64	44,66	43,65
a	0,40	0,34	0,31	0,36	0,43	0,38
yd	0,05	0,05	0,04	0,04	0,02	0,02
e	0,43	0,35	0,41	0,36	0,33	0,35
xyd	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur
ure	0,13	0,80	0,30	1,48	0,48	1,34
. . . .	0,40	0,50	0,30	0,04	0,50	0,50
. . . .	16,45	18,15	16,33	17,20	17,00	18,89
Gesammt-Chlor	37,60	36,24	38,97	37,52	36,58	34,87

ecifisches Gewicht von Chlorkalklösungen nach Versuchen von Lunge .

c. Gewicht bei 15°	Bleich. Chlor, g im Liter	Spec. Gewicht bei 15°	Bleich. Chlor, g im Liter
1,115	71,50	1,060	35,81
1,110	68,00	1,055	32,68
1,106	65,33	1,050	29,60
1,105	64,50	1,045	26,62
1,100	61,50	1,040	23,75
1,095	58,40	1,035	20,44
1,090	55,18	1,030	17,36
1,085	52,27	1,025	14,47
1,080	49,96	1,020	11,41
1,075	45,70	1,015	8,48
1,070	42,31	1,010	5,58
1,065	39,10	1,005	2,71

lorometrie. Das Verfahren zur Bestimmung des bleichenden Chlores im k von G. Lunge beruht darauf, dass unterchlorigsaure Salze, mit Wasserstoffsuperoxyd , augenblicklich ihren wirksamen Sauerstoff hergeben, ebenso wie das Wasserstoffsuper-bst, so dass man die doppelte Menge Sauerstoff erhält. — Man stellt z. B. in gewöhn-eise eine (trübe) Chlorkalklösung von 10 g Substanz in 250 cc Wasser her, pipettirt cc (= 0,2 g Chlorkalk) heraus und lässt dies in den äusseren Raum des Zersetzungs-ens des Nitrometers fliessen. In das innere Röhrchen gibt man eine überschüssige Menge serstoffsuperoxyd; hierzu werden 2 cc des käuflichen Stoffes genügen, welcher ja nahezu ches Volumen an wirksamem Sauerstoff enthält. Nun steckt man das Fläschchen auf tschukpfropfen auf, indem man es beim Halse fasst, um merkliche Erwärmung desselben eiden, dreht dann den Hahn des Nitrometers so, dass das Fläschchen mit dem Messrohre

verbunden ist, in welchem das Quecksilber vorher auf den Nullpunkt eingestellt war, Fläschchen, so dass die Flüssigkeiten sich vermischen, schüttelt einige Augenblicke das Quecksilber in beiden Röhren in gleicher Höhe und liest ab. — Bei Verwendung Chlorkalk entspricht je 1 cc Gas, auf 0° und 760 mm berechnet, 5 franz. Grad oder 1 bleichendem Chlor. Löst man 7,917 g Chlorkalk auf 250 cc und verwendet zu jeder I Lösung, so entspricht 1 cc Gas 2 Proc. Chlor (J. 1886, 301).

Die Bestimmung des „bleichenden" Chlors, also von freier HOCl oder von NaOCl, durch Titrirung mit Natriumarsenit nach Penot, wobei der Endpunkt der Reacti Tüpfeln ermittelt wird. Hierbei wird scharf alles HOCl und NaOCl in NaCl übergefül Bestimmung des gesammten als Hypochlorit und Chlorid vorkommenden Chlors wird der in der vorigen Operation erhaltenen Flüssigkeit mit Zehntelnormal-Silbernitrat die rothbraune Farbe des arsensauren Silbers auftritt. — Zur Bestimmung des chlorsau wird ein anderer Theil der in der ersten Operation erhaltenen Flüssigkeit, welche also k chlorit, dagegen noch alles Chlorat enthält, im Ventilkolben mit einer stark sauren Ei lösung gekocht, deren Chamäleonwerth zugleich bestimmt wird, und nach dem Erk Chamäleon zurücktitrirt.

Chlorimetrische Grade. In Deutschland, England, Russland und Ameri man die Stärke des Chlorkalkes in Graden aus, welche gleich sind den Procenten an w Chlor, in Frankreich (und auch in einigen deutschen Fabriken) dagegen bedeuten die Anzahl Liter Chlorgas von 0° bis 760 mm Barometerstand, welche aus 1 k des zu prüfend kalkes frei gemacht werden können.

Chloralkali. Von den sogenannten Chloralkalien wendet man das chlorigsaure Kalium oder Chlorkali (*Eau de Javelle*) und die entsp Natriumverbindung (*Eau de Labarraque*) an. Man stellt diese Bleichflüs (Fleckwasser) dar, indem man durch eine kalte Lösung ätzender oder kohl Alkalien Chlor leitet:

$$2NaOH + Cl_2 = NaOCl + NaCl + H_2O.$$

Chlornatrium scheidet sich bei einer bestimmten Concentration der Lauge aus. möglichst starke Lösung von Hypochlorit zu erhalten, beginne man mit eine der Lauge, dass das ausgeschiedene Salz sich leicht zu Boden setzt. Die Ten muss so niedrig als möglich gehalten werden, jedenfalls unter 27°, und es m ein Ueberschuss an Alkali vorhanden sein. Von Zeit zu Zeit gibt man etwa Natriumhydrat zu der Lösung, da in dem Maasse, wie sich Kochsalz ausschei die Reaction vorwärts schreitet, die Concentration sich verringert. Das spec. (der Lösung darf jedoch nicht so gross werden, dass das Kochsalz an die Ob steigt. Von dem Zeitpunkte an bemerkt man einen starken Gehalt an Chlorat die Beständigkeit von Hypochloritlösungen übt vor allem die Gegenwart von worauf auch die oft beobachteten Färbungen der Lösungen zurückzuführen sind schädigenden Einfluss aus. Versuche ergaben, dass bis zu dem Punkte, wo scheidung von Kochsalz beginnt, Hypochlorit sehr beständig ist. Die Bestän nimmt langsam ab bis zu dem Punkte, wo alles freie Salz sich abgeschieden h wesenheit von Eisen vorausgesetzt. Darüber hinaus ist Hypochlorit absolut unbes wie auch aus dem Massenwirkungsgesetze hervorgeht. Die Zersetzung verläu der Gleichung $3NaOCl = NaClO_3 + 2NaCl$ (J. 1899). — Elektolytisch S. 5

Wenn man Chlorkalk mit Wasser auszieht und die Flüssigkeit mit Natriumca oder Natriumsulfat behandelt, so scheidet sich Calciumcarbonat oder -sulfat ab, w Hypochlorit und Chlorür des Alkalimetalles gelöst bleiben:

$$CaOCl_2 + Na_2CO_3 = CaCO_3 + NaOCl = NaCl.$$

Das Aluminiumhypochorit, $Al_2(OH)_6Cl_6$, wird durch Vermischen von Chl lösung und Aluminiumsulfat erhalten; es wirkt lediglich durch Abgabe von Sauerstoff und aluminium ($Al_2(OH)_6Cl_6 = 3O + 3H_2O + Al_2Cl_6$) entsteht. Weiss will Chlor auf Alu einwirken lassen. — Chlormagnesia (Magnesiumhypochlorit, Ramsay's oder Crouv Bleichflüssigkeit), durch Zersetzen von Chlorkalk mit Bittersalz dargestellt, ist, wie die Th verbindung ein energisches Bleichmittel. Vor dem Chlorkalk hat sie bei ihrer Anwendu Bleichen zarterer Stoffe den Vorzug des Fehlens der Nebenwirkung einer ätzenden alka

Neuerdings ist Zinkhypochlorit (Varrentrapp's Bleichsalz) als Bleichmittel
n worden; man versetzt Chlorkalk mit Zinkvitriol oder mit Chlorzink, im ersteren Falle
ps und Zinkvitriol nieder und Unterchlorigsäure bleibt in Lösung, die im zweiten Falle
calcium gemengt ist. (Vgl. J. 1885, 258; 1887, 552.)

liumchlorat. Chlorsaures Kalium, $KClO_3$, wurde früher dargestellt, indem
lor durch eine concentrirte Lösung von Kaliumcarbonat leitete, wobei eine
entstand, welche Kaliumchlorat und Chlorkalium enthielt. Das Kaliumchlorat
sirt aus der Flüssigkeit zuerst heraus; die Mutterlauge liefert beim Abdampfen
lium. Die Krystalle von Kaliumchlorat werden mit kaltem Wasser abgewaschen
ch Umkrystallisiren gereinigt. 100 k Potasche geben 9 bis 10 k Kalium-
Jetzt lässt man meist Chlor auf Kalkmilch bei höherer Temperatur einwirken;
eht Chlorcalcium und Calciumchlorat, welches letztere durch Chlorkalium zer
d:

$$2KCl + 6Ca(OH)_2 + 6Cl_2 = 2KClO_3 + 6CaCl_2 + 6H_2O.$$

n verwendet zur Sättigung der Kalkmilch zwei mit einander verbundene eiserne,
ausgekleidete Cylinder mit Rührvorrichtung. Unter einander und mit dem
wickler sind dieselben durch Röhren derartig verbunden, dass sich der Inhalt
n dem Zustande der höchsten Sättigung nähert, während in dem andern das etwa
birt gebliebene Chlor durch frische Kalkmilch aufgenommen wird. Sobald in
ten Apparat vollständige Sättigung erreicht ist, wird der Inhalt durch frische
ch ersetzt, und der Chlorstrom gewendet, so dass er das zweite Gefäss jetzt
tritt. Die gewonnene Lauge von Chlorcalcium und chlorsaurem Calcium zeigt
enrothe Farbe, welche nach einigen Angaben von Uebermangansäure, nach
dagegen von Eisensäure herrührt, da sie auch bei Fernhaltung allen Mangans
Die erwähnte rosenrothe Farbe der Flüssigkeit ist auch da das Zeichen der
igen Sättigung, wo das verwendete Chlor ohne Anwendung von Braunstein dar-
wird. Die rothe Flüssigkeit wird nach erfolgter Klärung mit Chlorkalium ver-
zu 1,28 Vol.-Gew. eingedampft und der Krystallisation überlassen. Die von
rst angeschossenen Krystallen abgelassene Mutterlauge wird abermals auf
l.-Gew. eingedampft, wodurch eine zweite, wenn auch geringere Menge Kalium-
gewonnen wird. Ein Theil (etwa 12 Proc.) des vorhandenen Kaliumchlorats
ets in der Mutterlauge, welche daher auf Chlor zu verarbeiten ist. Die ge-
n Krystalle enthalten als Verunreinigungen immer noch Chlorcalcium und Eisen.
e zu entfernen, löst man das rohe chlorsaure Kalium in möglichst wenig heissem
gibt zu 10 hl der Lösung 2,5 k Soda und lässt, nachdem der kohlensaure Kalk
Eisenoxyd sich abgesetzt haben, krystallisiren. Zur Chloratbildung ist ein
Chlorüberschuss erforderlich, eine besondere Erwärmung ist beim Grossbetrieb
thig, vielmehr genügt die bei der Reaction selbst entstehende Wärme zur Voll-
ler Reaction (J. 1885, 259).

ch durch Kochen einer Chlorkalklösung und Eindampfen derselben bis zur Trockne bildet
iumchlorat, das durch Kaliumcarbonat oder Chlorkalium in Kaliumchlorat übergeführt
ter Chlorkalk, der seine Bleichkraft zum grössten Theile schon verloren, enthält Calcium-
nd lässt sich noch zur Fabrikation von Kaliumchlorat anwenden.

ch Hammill (J. 1889) werden nach dem jetzigen Verfahren die stark chlorcalcium-
Laugen 10 bis 14 Tage zur Krystallisation hingestellt, dabei nur 76 bis 77 Proc. des darin
en Chlorats gewonnen, während das übrige als solches verloren ist. Er wendet daher
e Abkühlung mittels Kältemaschinen an. Die Krystallisirgefässe erhalten ein-
rsysteme zur Kreisung der Kühlflüssigkeit, so dass das Arbeiten zum Ausbringen der
nicht erschwert wird. In den ersten 3 bis 4 Tagen kühlen sich die Laugen in der
n selbst auf die gewöhnliche Temperatur von 15° ab. Erst dann wird mit künstlicher
tziehung begonnen. Bei Versuchen mit einer durchaus nicht vortheilhaft arbeitenden
waren höchstens weitere 3 Tage erforderlich, um die Temperatur auf —12° zu er-
. Während man bisher in 14 Tagen bei günstigen Temperaturverhältnissen eine Re-

duction des Chloratgehalts der Laugen auf 27 bis 30 g im Liter erreichte, enthielten diesem Verfahren behandelten Laugen durchschnittlich nur noch 13,54 g Kaliumchlora entsprechend einer Erhöhung der Ausbeute von 76 auf 87,12 Proc. Mit einer bessere tung hofft er die Abkühlung auf — 23° zu treiben und damit die Gesammtausbeute auf zu erhöhen. Um die gleichzeitige Krystallisation von Chlorcalcium zu verhüten, dür Kühlung kommenden Laugen eine gewisse Concentration nicht überschreiten. Versu ergeben, dass bei einer Dichtigkeit der Mutterlaugen von

1,410,	$CaCl_2$ anfängt zu krystallisiren bei	+ 2,2°
1,400,	„ „ „ „ „	— 1,1°
1,390,	„ „ „ „ „	— 4,4°
1,380,	„ „ „ „ „	— 7,2°
1,375,	„ „ „ „ „	—11,6°
1,370,	„ „ „ „ „	—13,3°
1,360,	„ „ „ „ „	—23,3°
1,350,	„ noch nicht krystallisirt „	—25°

Nach Muspratt wird die durch Einleiten von Chlor in Magnesiam haltene Lösung auf 35 bis 50° B. eingedampft, so dass beim Erkalten ein The magnesium herauskrystallisirt. Diese Lauge wird nun mit Kaliumchlorid zerse Bildung von Kaliumchlorat und Magnesiumchlorid. Durch Krystallisation sich die Hauptmasse des ersteren ab. Die zurückbleibende Mutterlauge ent noch 5 bis 10 Proc. vom Gesammtgehalte des Kaliumchlorates, deren Gewinnu lohnt. Diese Lauge wird nun mit Salzsäure und Wasserdampf weiter behandelt bei zersetzt sich das Kaliumchlorat in Kaliumchlorid unter Freiwerden vo welches man mit Hilfe von Magnesia oder Kalk absorbirt. Die Salzsäure im schusse enthaltende Lösung wird mit Magnesiumcarbonat neutralisirt und bildet eine mit einer sehr geringen Menge von Kaliumchlorid verunreinigte Lös Magnesiumchlorid, welche in Deutschland allerdings wenig Werth hat. Da Ausbeute grösser ist als beim Kalkverfahren, so verdient das Magnesiaverfal achtung. (Vgl. J. 1887, 552; 1889, 452.)

Zur Gewinnung von Kaliumchlorat empfiehlt Bayer (J. 1895) Zinkoxyd an Kalkes bez. der Magnesia, um auf diese Weise zu einem werthvolleren Nebenprodu Chlorzink, zu gelangen.

Elektrolytisch wird jetzt viel Kaliumchlorat hergestellt (S. 554).

Die Darstellung von Chloraten geschieht nach J. Hargreaves (J durch Einwirkung von Chlor auf Alkalisalze oder Erdalkalisalze in fester Forn Weise, dass die Trennung der entstehenden Chlorverbindungen auf Grund ihres L vermögens in Wasser geschieht, indem die leichter löslichen Salze gelöst und ab werden, während die weniger löslichen Salze zurückbleiben. Fig. 445 ist ein eines Absorptionsthurmes, Fig. 446 ein unter rechtem Winkel geführter Vertica der Fig. 445, und Fig. 447 ein Horizontalschnitt nach der Linie 3—3 der Fig. 44 Herstellung des Natriumchlorats eignet sich Soda, welche mit Wasser an in den aus Steinen, Ziegeln o. dgl. aufgebauten Absorptionsthurm *A* von oben aufg wird, während die chlorirten Producte unten abgezogen werden. *B* ist die mit d zu beschickende Kammer, deren unterer Theil einen aus prismatischen Trägern bildeten Treppenrost enthält, der ein allmähliches und unbehindertes Nachsink Rohmaterials und gleichzeitig die freie Circulation des Gases gestattet. Die Soc hierbei durch die Träger zurückgehalten und kann an tiefster Stelle erst dann Chlorirungskammer *D* fallen, wenn die Chlorirung ganz oder fast ganz vollen Unterhalb der Träger *C* können Querträger *c* eingestellt werden, sobald der Dur des Materials ein zu rascher ist. Das Chlor tritt in die Kammer *D* durch das F und den Kanal E^1 ein, aus dem es zum Theil nach unten in den unteren Raum durch den Rost *d* in die Kammer *D* einströmt, zum Theil über die Scheidewand

dem Treppenrost C geführt wird. In der Kammer D wirkt somit das Chlor noch unzersetzte Natriumverbindung ein. Während der Apparat im Gang ist, s Natriumchlorid, welches in der Chloratflüssigkeit ungelöst bleibt, in der D sich auf dem Rost ansammeln und kann von Zeit zu Zeit durch mittels

Fig. 445.

Fig. 446.

verschliessbare Oeffnungen d^3 aus- und auf den Trockenboden F abge- verden, von welchem die Flüssigkeit Rinne F^1 abfliesst. — Die Chlorat- it fliesst aus dem Raum d^1 durch ein rulirhahn g versehenes Rohr G in ittigungsbehälter H. Letzterer be- s drei Abtheilen $h h^1 h^2$, von welchem , h, mit Sodastücken beschickt wird, inem Rost oder durchlöcherten Boden

Fig. 447.

ı. Das Rohr G taucht entsprechend tief in die Mischung von Soda und üssigkeit ein, um das Entweichen von Chlorgas zu verhindern, indem die Soda- lles in der Flüssigkeit vorhandene freie Chlor absorbiren. Die Chloratlösung die Abtheilung h^1 und über die Scheidewand h^4 in die dritte Abtheilung h^2; nun in Eindampfpfannen geleitet und in gewöhnlicher Weise raffinirt werden, kann sie mittels Pumpe I und Rohr i in den Behälter a heben und zum Theil Lösen der unzersetzten Soda verwenden, welche sich in dem oberen Theil der

Kammer B befindet. Zu diesem letzteren Zwecke wird die Flüssigkeit au hälter a in entsprechenden Theilmengen durch das mit Hahn a^2 versehene R gelassen. Etwaige mit der Flüssigkeit in den Behälter a geführte Sodatheilcl hierbei zu Boden und werden ebenfalls durch das Rohr a^1 in die Kammer An dem Rohr a^1 kann eine Spritzrose oder ein Schlauch befestigt sein, un zersetzte Soda sammt der Flüssigkeit auf das in der Kammer B befindliche M sprengen. Die übrige Flüssigkeit im Behälter a wird durch ein Rohr b ir dampfpfannen geleitet. Die Beschickung und Besichtigung der Kammer B von der Brücke e aus, während zur Aufnahme der bei Entleerung der Kamm gezogenen Producte die übliche gepflasterte Sohle f vorhanden ist. Die beim des unlöslichen Salzes (Natriumchlorid) abtropfende und in der Rinne F^1 sich s Flüssigkeit kann in der Abtheilung h^2 geführt und aus dieser sammt der Chlo keit in den Behälter a gepumpt werden. — An dem Absorptionsthurm sin öffnungen c^1 c^2 angebracht, die durch verglaste Thüren geschlossen gehalte wenn der Gang des Processes beobachtet wird, dagegen nach Oeffnen dieser T Einführen von Stangen zum Aufbrechen etwa gebildeter Sodakrusten gestatte die Oeffnung c^2 hindurch kann der Arbeiter auch die Querstäbe c verstellen liche verglaste Oeffnungen d^4 sind zwecks Beobachtung des Raumes d^1 und ziehen von durch den Rost d gefallenem Natriumchlorid vorhanden. — An Natriumcarbonats, welches sich am besten bewährt hat, kann aber auch ei Natriumverbindung, z. B. Aetznatron oder Natriumbicarbonat, angewendet w Für die Darstellung von Kaliumchlorat ist Kaliumsulfat, besonders abe chlorid als Ausgangsmaterial am geeignetsten. In Deutschland wird das V noch nicht angewendet.

Eigenschaften. Das Kaliumchlorat krystallisirt in luftbeständigen Blättche sich in 16 Th. Wasser von 15°, 8 Th. Wasser von 35° und 1,6 Th. Wasser von 100° beim Erhitzen Sauerstoff abgeben und beim Zusammenreiben mit brennbaren Stoffe heftigste explodiren. In St. Helens entzündete sich 1899 in einer Fabrik von chlorsa zuerst ein Krystallisirgefäss, sofort darauf auch die anderen, im gleichen Raume stehe 10 Minuten darauf explodirte das durch eine Ziegelmauer von diesem Raume getren chlorsaures Kali enthaltende Magazin in so furchtbarer Weise, dass nicht nur die gan sondern auch eine 150 m davon entfernt liegende Schwefelsäurefabrik mit 10 Kammern gleich gemacht wurde und in grösserer Entfernung stehende Zuschauer durch die weg derten Trümmer erschlagen wurden (J. 1899). Es findet Anwendung in der Feuerwe Zusatz zur Masse der Zündhütchen und der Zündpillen der Zündnadelgewehre, zur Bere Zündstoffe und des Kaliumpermanganates, als oxydirendes Mittel in der Zeugdruck zur Erzeugung von Anilinschwarz. —

Wärmeverhältnisse bei Herstellung von Chlor und dessen Verbindun der Vereinigung von 1 k Wasserstoff mit 35,5 k Chlor zu 36,5 k Chlorwasserstoff wer Thomsen 22 000 w frei, bei der Bildung von festem Chlornatrium aus 23 k Natrium u Chlor 97 700 w, bei der Bildung von Natriumhydrat aus 23 k Natrium, 1 k Wasserstoff Sauerstoff aber 101 900 w, während die Reaction $Na_2 + O = Na_2O$ 80 400 w liefern. such Chlornatrium durch Sauerstoff zu zersetzen:

$$\begin{array}{cc} 2\,NaCl + O = & Na_2O + Cl_2 \\ -195\,400 & +80\,400 \end{array}$$

erscheint bei dem gewaltigen Wärmebedarf von 115 000 w ziemlich aussichtslos. Die Z des Chlornatriums mit Wasserdampf:

$$\begin{array}{cccc} NaCl + & H_2O = & NaOH + & HCl \\ -97\,700 & -57\,000 & +101\,900 & +22\,000 \end{array}$$

würde dagegen nur 30 800 w erfordern. Dass sie trotzdem bis heute nicht praktisch a ist, hat auch Lunge hervorgehoben.

Allgemeine Beachtung findet augenblicklich die Herstellung von Chlor aus magnesium durch Glühen im Luftstrom:

$$\begin{array}{cc} MgCl_2 + O = & MgO + Cl_2 \\ -151\,000 & +144\,000 \end{array}$$

lso nur 7000 w erforderlich. Nimmt man aber an, dass sich aus dem feuchten Chlorm erst Magnesiumhydrat bildet, dessen Bildungswärme = 149000 w, so wären nur rforderlich. Pechiney (S. 512) verwendet Oxychlorid. Da nach André ein gees Gemenge von $MgO + MgCl_2$ 15400 w gibt, $MgCl_2 . 6H_2O + MgO$ dagegen — 600 w, sich daraus theilweise erklären, weshalb das Pechiney'sche Gemenge bei der ng nicht über 300° erhitzt werden darf. Soll aus Chlormagnesium Salzsäure herrden:

$$MgCl_2 + H_2O = MgO + 2HCl$$
$$-151000 - 57000 + 144000 + 44000$$

000 w erforderlich; dieses Verfahren stellt sich also im Wärmebedarf ungünstiger als llung von Chlor, weil eben die Bildungswärme des Wasserdampfes grösser ist, als die wasserstoffes. Noch ungünstiger stellt sich die Sache, wenn man vom krystallisirten nesium ausgeht, da bei der Bildung von $MgCl_2 . 6H_2O$ aus $MgCl_2$ noch 33000 w frei velche bei der Zerlegung wieder zugeführt werden müssen. Die Entwickelung von beim Erhitzen von wasserhaltigem Chlormagnesium ist somit durch thermochemische allein bis jetzt nicht erklärlich. — Einfach stellt sich dagegen die Oxydation des erstoffs durch atmosphärischen Sauerstoff beim Deacon'schen Verfahren:

$$2HCl + O = H_2O + Cl_2$$
$$-44000 \qquad +57000$$

je 71 k Chlor werden somit in der Deacon'schen Zersetzungskammer 13000 w frei. Isolirung der Wände dürfte diese Wärme genügen, die erforderliche Temperatur der ng zu erhalten, ohne besondere Erhitzung des Chlorwasserstoff- und Luftgemisches. s die nachfolgende Kühlvorrichtung sein muss, hängt natürlich von der Zusammenes Gasgemenges und dessen Temperatur ab. — Die Angabe, dass bei der Herstellung aus Chlormagnesium Chlor und Wasserdampf wieder Chlorwasserstoff zurückbilden, unwahrscheinlich. Dass Chlorwasser leicht in Salzsäure übergeht, erklärt sich aus der ösungswärme derselben; in Gegenwart von viel Wasser:

$$H_2O + Cl_2 = 2HCl . aq + O$$
$$-68400 \qquad +78600 \qquad = +10200 \text{ w}$$

die Berechnung des Wärmebedarfes des Pechiney'schen Zersetzungsersichtlicher zu machen, sei angenommen, die Zusammensetzung des bei 1000° zermisches sei

Chlormagnesium	47,5 Proc.
Magnesia	30,0 „
Wasser	22,5 „

Hälfte des Chlores entweiche als Salzsäure; 200 k der Masse würden dann geben:

Chlor	35,5 k
Chlorwasserstoff	36,5 „
Wasserdampf	36,0 „
Magnesia	100,0 „
	208,0 k

u sind 8 k Sauerstoff aus der eingeblasenen atmosphärischen Luft verbraucht. Man annehmen, dass 200 cbm Luft mit hindurchgehen (die 8 k Sauerstoff brauchen hier er berücksichtigt zu werden). Die Erhitzung derselben auf 1000° erfordert nun:

$$200 \times 0{,}31 \times 1000 = 62000 \text{ w}$$

Die 100 k Magnesia: $100 \times 0{,}244 \times 1000 = 24400$ w
Das Chlor: $35{,}5 \times 0{,}12 \times 1000 = 4260$ w
Der Chlorwasserstoff: $36{,}5 \times 0{,}19 \times 1000 = 6935$ w
Das Wasser: $36\,[620 + (900 . 0{,}48)] = 37872$ w.

die Entwickelung von 35,5 k Chlor aus Chlormagnesium sind 3500, für Chlorwasser-0 w erforderlich. Somit ergibt sich folgende Wärmevertheilung für je 35,5 k Chlor:

Chemische Arbeit	13500 w
Lufterhitzung	62000
Magnesia	24400
Wasserdampf	47900
Chlor und Chlorwasserstoff .	11200
	149000 w

Dazu kommen die Verluste durch Leitung und Strahlung des Mauerwerkes. D
Hälfte des Wärmeverbrauches auf die Erhitzung der Luft entfällt, so ist die Regelung
zufuhr sehr wesentlich. Es wäre auch sehr zu empfehlen, die Luft in ähnlicher Wei
beim Heissblasen des Ofens geschieht, durch die abziehenden Gase möglichst hoch vorz
Gleichzeitig würde dadurch der Kühler entlastet, welcher jetzt

$$62\,000 + 37\,900 + 11\,200 = 111\,100 \text{ w}$$

zu bewältigen hat.

Bei der Verarbeitung von Chlorcalcium ergeben sich:

$$CaCl_2 + O = CaO + Cl_2$$
$$-170\,230 \quad +131\,360 = -38\,870 \text{ w}$$

und

$$CaCl_2 + H_2O = CaO + 2HCl$$
$$-170\,230 \; -57\,000 \; +131\,360 \; +44\,000 = -51\,870 \text{ w.}$$

Chlorcalcium stellt sich also bezüglich des zur Zersetzung erforderlichen Wärm
wesentlich ungünstiger als Chlormagnesium.

Bei der Herstellung von Salzsäure aus Chlornatrium und Schwef
bildet sich zunächst Bisulfat:

$$NaCl + H_2SO_4 = NaHSO_4 + HCl$$
$$-97\,700 \; -192\,900 \; +267\,800 \; +22\,000.$$

Der Wärmebedarf ist also fast Null. Bei der Bildung von Monosulfat:

$$2NaCl + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2HCl$$
$$-195\,400 \; -192\,900 \; +328\,500 \; +44\,000$$

sind dagegen 15 800 w erforderlich; zur Beendigung der Reaction muss somit das Gem
hitzt werden, wie ja auch die Erfahrung zeigt.

Zur Berechnung des Gesammtwärmebedarfes eines Sulfatofens
genommen, dass die zur Zersetzung von 117 k Chlornatrium erforderlichen 98 k Schw
mit 30 k Wassergehalt verwendet werden, dass der Chlorwasserstoff im Mittel mit 4
Wasserdampf im Durchschnitt mit 500° entweichen, während das Sulfat auf 600° erhitzt
Die spec. Wärme des Sulfates zu 0,232 angenommen, sind zur Erhitzung der 142 k Sulf

$$142 \times 0{,}232 \times 600 = 19\,766 \text{ w}$$

erforderlich. — Die spec. Wärme des Chlorwasserstoffes ist im Mittel 0,19, somit

$$73 \times 0{,}19 \times 400 = 5548 \text{ w.}$$

Um Wasser von etwa 17° in Dampf von 500° überzuführen, sind 812 w erforder
30 k somit 24 360 w. — Somit für

Erhitzung des Sulfates	19 766 w
„ des Chlorwasserstoffes	5 548
„ des Wasserdampfes	24 360
Chemische Arbeit	15 800
zusammen rund	66 000 w.

Bei der Salzsäurecondensation sind durch Abkühlung zu beseitigen für

Wasserdampf	24 360 w
Chlorwasserstoff, Eigenwärme	5 548
„ Lösungswärme rund . .	15 000
zusammen rund	45 000 w.

Hierbei ist vorausgesetzt, dass zwar der Wasserdampf, nicht aber die Feuergase in d
densation gelangen. — Selbstverständlich sollen diese Zahlen nur andeuten, in welcher W
auf Grund von entsprechenden Analysen — derartige Rechnungen ausgeführt werden kö

Der leichten Ausführbarkeit der Oxydation des Weldonschlammes entspr
ist dieselbe mit Wärmeentwickelung verbunden, indem die Bildung von Oxydulhydrat 94
des Superoxydhydrates 116 280 w liefert (vgl. J. 1883, 360). Die Zersetzung des letzte
conc. Salzsäure gibt:

$$MnO_3H_2 + 4HCl.aq = MnCl_2.aq + Cl_2 + 3H_2O$$
$$-116\,300 \; -148\,000 \quad +128\,000 \quad +205\,200$$

rund 69 000 w. Sobald daher das Gemisch auf die Reactionstemperatur gebracht ist, g
Chlorentwickelung leicht vor sich.

Die Wärmeverhältnisse der Chlorkalkfabrikation sind noch nicht festgestell
aber, dass nach der Reaction

$$2KOH.aq + Cl_2 = KCl.aq + KOCl.aq$$

ng von Kaliumhypochlorit in wässeriger Lösung 24 600 w frei werden, bei Bildung iumchlorat in wässeriger Lösung:

$$6 KOH . aq + 3 Cl_2 . aq = 5 KCl . aq + KClO_3 . aq$$

00 w.

nfuhr und Ausfuhr Deutschlands im J. 1899:

	Einfuhr	Ausfuhr
Chlorkalk	323 t	17423 t
Chlorsaure Alkalien	1297	680

Elektrolytische Herstellung von Chlor und Alkalien.

e Herstellung von Chlor und Chloraten einerseits und die der Alkalien und uren Alkalien andererseits durch Elektrolyse von Chlornatrium und Chlor- hat in den letzten Jahren eine solche Bedeutung gewonnen, dass voraus- die meisten älteren Verfahren allmählich durch die Elektrolyse verdrängt).

f die Theorie der Elektrolyse kann hier nur verwiesen werden [2]).

ektrische Einheiten. Reichsgesetz, betreffend die elektrischen Maasseinheiten. uni 1898.

. Die gesetzlichen Einheiten für elektrische Messungen sind das Ohm, das Ampère Volt.

. Das Ohm ist die Einheit des elektrischen Widerstandes. Es wird dargestellt durch erstand einer Quecksilbersäule von der Temperatur des schmelzenden Eises, deren i durchweg gleichem, einem Quadratmillimeter gleich zu achtenden Querschnitt 106,3 cm n Masse 14,4521 g beträgt.

. Das Ampère ist die Einheit der elektrischen Stromstärke. Es wird dargestellt n veränderlichen elektrischen Strom, welcher bei dem Durchgang durch eine wässerige on Silbernitrat in einer Secunde 0,001 118 g Silber niederschlägt [3]).

. Das Volt ist die Einheit der elektromotorischen Kraft. Es wird dargestellt durch romotorische Kraft, welche in einem Leiter, dessen Widerstand ein Ohm beträgt, einen hen Strom von einem Ampère erzeugt. (J. 1898, 239.)

Nach Lunge (J. 1896) ist chlorsaures Kali zuerst in Villers-sur-Hermes, dann in elektrolytisch dargestellt, Alkalien und Chlor aber zuerst in Deutschland (Griesheim). its früher eng liirten Chemischen Fabriken Griesheim a. M. und Electron rfeld, welche die elektrolytische Darstellung von Aetzkali und Chlor bez. Chlorkalk rkalium in grösstem Maassstabe betreiben, vereinigten sich zu einer neuen Firma sche Fabrik Griesheim-Electron", welcher auch die neue Anlage in Ludwigs- hört. Andere Firmen, welche auch Aetzkali und Potasche, sowie Chlorkalk aus ium elektrolytisch darstellen, sind die „Alkaliwerke Westeregeln", die chemische Bukau" und die „Elektrochemischen Werke" in Bitterfeld.
ber die Anlage der „Deutschen Solvay-Werke" in Bernburg, in welcher das r-Kellner-Verfahren eingeführt ist, liegen keine genaueren Daten vor. In England Castner-Kellner-Comp. in Patentprocesse verwickelt sein. Günstig lauten die Berichte rika über dieses Verfahren. Dasselbe soll in zwei Neuanlagen von Solvay & Cp. in s (Belgien) und von Ljubimoff-Solvay & Cp. in Moskau zur Anwendung (Chem. Ind. 1899, 261 u. 511.)

Vgl. M. Le Blanc: Lehrbuch der Elektrochemie, 2. Aufl. (Leipzig, 1900); — ı: Grundriss der Elektrochemie (Wien, 1895); — W. Nernst: Theoretische Chemie, (Stuttgart, 1900); — W. Ostwald: Lehrbuch der allgemeinen Chemie, 2. Aufl. , 1896—1900); — Ostwald: Grundriss der allgemeinen Chemie, 3. Aufl. (Leipzig, — F. Kohlrausch und L. Holborn: Das Leitvermögen der Elektrolyte ins- e der Lösungen (Leipzig, 1898); — E. Kittler: Handbuch der Elektrotechnik,

Diese Bestimmungen weichen also von den früheren etwas ab (J. 1882, 1151; 1883, 84, 1312).

Darnach liefert 1 Amp. 0,01044 mg Wasserstoff und damit auch 0,01 Aequivalente aller übrigen Elemente und Verbindungen [1]). 1 Stunden-Ampè 4,025 g Silber

oder 0,03758 g Wasserstoff,
1,322 g Chlor,
1,491 g NaOH,
1,716 g KOH.

Die Einheit der elektrischen Arbeit ist das Voltampère (VA) oder 0,102 mk. 1 Kilowatt = 1000 Watt, demnach 1 Kilowattstunde = 1,359 Pf. = Ferner (secundl.):

VA	mk	w	Pf.
1	0,102	0,00024	0,00136
9,81	1	0,00235	0,0133
4164	425	1	5,73
736	75	0,1765	1

1 Stundenpferd = 635 w.

Die zur Zerlegung einer bestimmten Menge einer Verbindung oder Ge eines Elementes oder einer Verbindung erforderliche Arbeitsleistung erg durch Multiplication der erforderlichen Ampère-Secunden oder -Stunden mit de Versuche festgestellten Spannung in Volt.

Chlor aus geschmolzenen Chloriden. Lyte (J. 1892, 1894 u wollte Chlorblei, welches auf verschiedene Weise als Zwischenproduct gewonnen sollte, schmelzen und elektrolytisch zerlegen. Der Schmelzkessel *A* (Fig. 44 durch Feuerung *MN* erhitzt. *B* bezeichnet die glockenförmige Zelle aus Th Graphit, deren unterer Rand in das geschmolzene Blei *L* eintaucht und die (entwickelung abschliesst. In Anoden *E* aus hohlen Kohlenstäben mit schmelzkern sind die Stromzuführungen eingebettet. Die Einführungsröhre *I* dem abnehmbaren Deckel *B*1 der Glocke *B* befestigt. *G* ist ein Gaseinlass ein Gasauslass, *H* die Kathode, welche in das geschmolzene Blei eintaucht; l fliesst bei *D* ab.

Vautin (J. 1894 u. 1895) will geschmolzene Chloride unter Verwendun Bleibades als Kathode elektrolysiren. Das auf dem Herd des Ofens befindlic oder Zinn bildet die Kathode in dem elektrischen Stromlauf. Ueber das Metallb

Fig. 448.

Fig. 449.

hierauf in dem Ofen *C* (Fig. 449) mittels der in seine Decke eingesetzten Rümpf Natron- bez. Kalisalz, besonders Chlorid, eingebracht. Ein oder mehrere Kohlens

1) H = 1, was auch hier bequemer ist; wenn O = 16, so ergeben sich = 0,01036 mg Wasserstoff.

le werden in die Salzschicht eingeführt. Diese Kohlenstäbe sind von Behältern feuerfestem Thon umgeben, um sie vor der Einwirkung der oberhalb der Salz- durch den Ofen *C* ziehenden Flamme zu schützen. Diese Behälter haben m noch den Zweck, das Chlorgas aufzufangen, welches sich an den Anoden elt, wenn die Salzschicht aus Kalium- bez. Natriumchlorid besteht. Das Chlor n durch eine Rohrleitung *H* nach einer Kammer *X* geführt, welche Kalkhydrat um so für Bleichzwecke verwendbaren Chlorkalk zu produciren. — Ist das Ver- im Gange, so wird der Ofen *C* bis zur Erzeugung einer Temperatur gefeuert, cher nicht nur das auf den Herd aufgegebene Blei oder Zinn in flüssigem Zu- erhalten, sondern auch die Salzschicht geschmolzen wird. Ist der Stromkreis sen, so wird das auf der Oberfläche des Metallbades freiwerdende Natrium bez. sofort von dem Blei oder Zinn legirt. Ein Kessel *N*, welcher durch einen gefeuert werden kann, dessen Flamme mittels der Feuerzüge *L* den Mantel des umspült, steht mit dem Herd *A* des Ofens durch ein Rohr *P* in Verbindung und h dadurch gleichfalls mit geschmolzenem Blei oder Zinn. Legirt sich nun das er Zinnbad in dem Ofen *C* mit dem elektrolytisch gewonnenen Natrium bez. Kalium, eckt sich diese Legirung auch auf das im Kessel *N* enthaltene Blei oder Zinn. t man nun hier aus der Legirung das Natrium bez. Kalium aus, so wird das- f dem Herd des Ofens *C* durch frisches Natrium bez. Kalium aus dem auf dem ler Zinnbad schwimmenden Salzelektrolyten ersetzt. Die Ausscheidung des s bez. Kaliums erfolgt durch Umsetzen derselben in Natrium- bez. Kalium- t durch einen Dampfstrahl, der mittels des Rohres *K* auf die Ladung in Kessel rt wird. Das so hergestellte Aetzalkali kann im flüssigen Zustande durch einen ahn entfernt werden. — Nach Kershaw (J. 1899) scheiterte das Verfahren erforderlichen hohen Spannung und den Natriumverlusten.

ch Hulin (J. 1895 u. 1898) wurde die Abscheidung einer homogenen Legirung i und Natrium, die schwerer ist als der Elektrolyt, dadurch bewirkt, dass neben leanoden in die Schmelze Kästen aus Kohle oder schwer schmelzbarem Material ngt wurden, die Blei enthielten. Etwas Bleichlorid war in dem Chlornatrium Die Kästen mit Blei waren mit den Anoden so verbunden, dass ein Theil des durch die Kohleanoden ging, wobei sich Chlor gasförmig entwickelte. Ein rer Theil des Stromes wurde so abgezweigt, dass das Blei in den Kästen als diente und bewirkte, dass so viel Bleichlorid sich bildete und in dem ge- enen Chlornatrium löste, als durch den Strom zersetzt wurde. Als Kathode las auf dem Boden des Schmelztiegels befindliche Blei. Da sich bei der Elektro- bleichloridhaltigen Chlornatriums immer eine Bleinatriumlegirung abscheidet, die er ist als die Schmelze, ist es nicht nöthig, die Wände des eisernen Schmelz- mit einem isolirenden Material zu überziehen.

wurde bei den im grösseren Maassstabe ausgeführten Versuchen ein Strom von 7 Volt spannung angewandt, und es wurde mit Stromdichten von etwa 7500 Amp./qm gearbeitet. . des Stromes dienten zur Zersetzung des Bleichlorids. Es wurden für jede Pf.-Stunde nes Chlor und 54 g Natrium in Form der Legirung mit Blei erhalten. Diese Legirung etwa 23 bis 25 Proc. Natrium; sie ist sehr spröde, hat graue Farbe und, je nach dem nd der Darstellungsart, muschligen oder körnigen Bruch und ist meist krystallinisch. c. Gew. ist 3 bis 3,3. Legirungen mit 30 Proc. Natrium und mehr entzünden sich von n der Luft. — Die Ueberführung des Natriums der Legirung durch Wasser in Aetznatron sehr leicht. Man muss nach dem Gegenstromprincip die frischen Legirungen mit den rirtesten Lösungen mit reinem Wasser ausziehen, schon um die allzu stürmische Ein- g des reinen Wassers auf die natriumreichen Legirungen zu mässigen. Ausserdem erhält bei direct, ohne Eindampfung, Lösungen mit 750 bis 800 g Aetzalkali im Liter. Die en enthalten kein Blei und sind frei von Chlor, Sulfat und Sulfid. Das Blei wird nach laugung wieder als Kathode benutzt. Der Bleiverlust beträgt weniger als $^1/_2$ Proc. Die e an Chlornatrium durch Verflüchtigung u. s. w. betragen nur 4 Proc. — Die Legirung

von Blei und Natrium kann man auch für manche Reductionsprocesse, z. B. bei der I des Antipyrins, für die Reduction von Nitraten zu Nitriten, von Sulfiten zu Hy und für ähnliche Zwecke benutzen, namentlich für solche, bei denen es auf eine Reductionswirkung ankommt. Da bei geeigneter Auslaugung des Natriums das Blei Zustande zurückbleibt, kann man die Legirung in Gitter giessen und so Kathoden Accumulatoren darstellen. Wenn man andererseits die Legirung bei Luftzutritt a Rothglut erwärmt, tritt gleichzeitige Oxydation des Natriums und des Bleis unter Bi Natriumplumbat ein, bei dessen Behandlung mit Wasser Bleisuperoxyd zurückbleibt.

Nach Kershaw (J. 1899) wurde bei Versuchen mit dem Hulin'schen Ve Modane (Savoyen) ein Strom von 2000 A. und 32 V. in 4 Tiegel mit Natrium- und I geleitet. Die elektromotorische Kraft war 7 V. und 2400 A. auf 1 qm. Die elektrisc kraft soll täglich 1,85 k Chlor und 1,24 k Natrium liefern:

	Elektro-motor. Kraft	Ausbeute				Ausnutzung in Proc.	
		für 1 A.-Stde.		für 1 KW-Stde.			
Nasser Weg:	Volt	NaOH	Cl	NaOH	Cl	Strom	Energ
Hargreaves-Bird .	3,4	1,196	1,057	351	310	80	54
Castner-Kellner .	4	1,363	1,136	340	284	91	52
Theoretisch . .	2,3	1,495	1,322	650	574	100	100
Trocken:							
Hulin	7	1,052	0,907	156	129	69,3	41,
Theoretisch . .	4,2	1,495	1,322	356	314	100	100

Erforderliche elektrische Energie zur Erzeugung von 1 t 70proc. Aetznatron Chlorkalk:

	KW-Stunden
Hargreaves-Bird, nass	2609
Castner-Kellner „	2694
Hulin, trocken	6106

Die Elektrolyse der geschmolzenen Chloride ist wesentlich überholt d Elektrolyse der wässerigen Lösungen.

Elektroden. Wichtig für die Ausführung der Elektrolyse ist die Ver haltbarer Elektroden. Am häufigsten werden Kohlenelektroden (aus Retorte u. dgl.) verwendet. Nach Zellner (J. 1899) hängt die Güte einer Kohle n ihrem spec. Gewicht ab, sondern bloss von ihrer Structur, d. h. von dem Wid den die einzelnen Theilchen der Trennung durch die bei der Elektrolyse entw Gase entgegensetzen; geringe Porosität ist im Allgemeinen günstig, bietet ab kein unmittelbares Maass für die Haltbarkeit. Neutrale oder alkalische Ele begünstigen die Haltbarkeit der Elektroden, Sauerstoffentwickelung in saurer wirkt besonders schädlich, Chlor für sich greift verhältnissmässig wenig an. D brauch eines Kohlenkörpers hängt innerhalb gewisser Grenzen nur von der Sp und Stärke des Stromes ab, d. h. er ist unabhängig von der Gestalt und der wi Oberfläche der Elektrode, d. h.: Stromdichte und Kohlenverbrauch sind (gleich trolyte vorausgesetzt) einander proportional. Die Kohlenkörper dauern um so aus, je grösser das Leitungsvermögen des Elektrolyten, je niedriger daher die Sp und die Temperatur des Bades ist. Richtiges Verhältniss zwischen dem Widerst Kohle und dem des Bades verlängert die Lebensdauer der Kohlen.

Nach Steffahny (J. 1896) wird aus Theer, Russ und gemahlenem gepresste Kohle vor dem Brennen, mit einem steinpflasterartigen Ueberzu haltbarerer Kohle, vortheilhaft von billigen Retortengraphitbruchstücken ve welche ganz oder zum Theil in die noch weiche Kohlenmasse eingepresst od durch ein geeignetes Bindemittel auf letztere aufgekittet werden, worauf da Brennen erfolgt.

Höpfner (J. 1897) empfiehlt cannelirte Kohlenplatten. Nach seinem f Vorschlage wird eine entsprechende Anzahl beliebig grosser Kohlenstäbe oder pflastersteinartig unter Zuhilfenahme von Kittmasse aus nichtleitendem gee

, wie z. B. Asphalt, Pech, Celluloid, Paraffin o. dgl. wasserdicht zu einer Platte
ngeleimt bez. gekittet oder auf einer Unterlagsplatte bürstenartig verbunden.
ält so eine Elektrodenplatte, deren einzelne, sie zusammensetzende Kohlenstücke
egel ganz oder zum grössten Theile oberflächlich von einander isolirt sind.
der so hergestellten Elektrodenplatten werden, nachdem alle nichtleitenden
lurch Einreiben von Graphitpulver auf einer Seite leitend gemacht worden sind,
ch mit einem Metallüberzuge versehen.

sgezeichnet ist Platin. Nach Heräus (J. 1896) werden zwei oder mehrere
us leitendem Material, welche mit Platinblech gut anschliessend überzogen sind
solche bereits als Elektroden verwendet worden sind, oben durch leitende oder
tende Stege mit einander verbunden, dann wird der Zwischenraum zwischen
weit sie in das elektrolytische Bad eintauchen, durch ein dünnes Platinblech über-
Bei diesem Platinblech kommen naturgemäss beide Seiten als elektrolytisch
e Flächen zur Wirkung, während die Füllung der durch das Blech mit einander
enen Röhren für die zweckmässige Zuleitung viel grösserer Strommengen sorgt,
Platinblech allein, ohne Schaden zu leiden, zuzuleiten im Stande wäre. Die
hre muss vor oder nach dem Einführen der Füllung unten sorgfältig mit Platin
ssen werden, damit die elektrolytische Flüssigkeit nicht in das Innere der Röhre
ı kann.

ı an Platin zu sparen, wird nach Schering (J. 1895) Platinpulver mit 5 Proc.
m Wismuthnitrat gemischt auf eine Steingutplatte eingebrannt.

llner (J. 1896) empfiehlt Elektroden aus Platindrähten. Seine doppel-
n Elektroden bestehen aus Drähten, Streifen oder Bändern aus Platin,
ine undurchlässige Wand oder Platte aus nichtleitendem Stoffe so durchdringen,
e Spitzen oder Kanten frei vorstehen. Als Elektroden können kurze Platin-
cke *a* (Fig. 450) angewendet werden, welche eine als Träger dienende
vand *b* aus nichtleitendem Material durchdringen, so dass ihre Enden
its der Scheidewand frei vorstehen. Die Wand *b* kann in Form
atte hergestellt sein und bildet mit den durchgesteckten Platindrähten
tzenelektrode. Dadurch tritt die Spitzen- oder Kantenwirkung der
leten Elektrode auf beiden Seiten der Scheidewand bez. der Scheide-
auf. Derartige Elektroden gestatten in Folge der auftretenden
oder Kantenwirkung das Arbeiten mit einer bisher ganz unerreich-
tromdichte, es lässt sich mit sehr geringen Platinmengen ein sehr
Erfolg erzielen und die elektrolytischen Apparate werden bedeutend kleiner
3).

Fig. 450.

ne Spitzen- oder Kantenelektroden bestehen aus einem in Form einer
(Fig. 451 S. 532) erzeugten Dielektricum, z. B. Glas, Porzellan, Ebonit, Celluloid
welches in ein aus Platindrähten bestehendes Netz *a* gesteckt ist, dessen
ıweite je nach dem Elektrodenabstand 3 bis 8 mm beträgt. — An Stelle eines
kes, Geflechtes oder Gewebes von Drähten kann auch ein einziger langer Platin-
(Fig. 452) angewendet werden, welcher um das Dielektricum mehrfach herum-
en ist, so dass die einzelnen Windungen je nach der Entfernung von der zunächst-
en zu bestrahlenden Elektrode einen gegenseitigen Abstand von 3 bis 5 mm
— Derartige Elektroden wirken wie eine volle Platinplatte, so dass durch ihre
lung eine grosse Menge dieses theueren Metalls erspart wird; sie ermöglichen
durch, dass die Oberflächen der Drähte mit einer grossen Stromdichte arbeiten,
führung von Processen, die mit keiner der bekannten Elektroden durchgeführt
könnten. Zu der praktischen Verwendung derartiger Elektroden in einem
ytischen Apparate wird beispielsweise bei der in Fig. 452 gezeigten Elektrode

die Platte b, um welche der Draht a in Windungen von entsprechendem Abstan
gelegt ist, in die Nuthen von Leisten oder Seitentheilen d aus Glas, Porzella
percha, Kautschuk, Celluloid u. dgl. eingeschoben, welche einerseits den
zwischen zwei Elektroden bestimmen und constant erhalten, andererseits den
zwei Elektroden befindlichen Theil des Elektrolyten von jenen zwischen zwe
solchen Elektroden getrennt halten und dadurch Stromverluste durch Nebe
hintanhalten. — Die Fig. 453 u. 454 veranschaulichen einen elektrolytischen
mit solchen doppelpoligen Elektroden. Die Seitentheile d der parallel neben

Fig. 451. Fig. 452. Fig. 453. Fig. 45

gestellten Elektroden werden durch Zugstangen f aus Ebonit, welche durch co
dirende Bohrungen dieser Seitentheile und durch über die Endplatten geleg
stücke g hindurchgehen, zusammengehalten und fest zusammengeschraubt. De
hergestellte Elektrodenblock wird in eine Wanne h eingestellt, welche im Bo
einem Einlaufrohr i für den Elektrolyten und seitlich mit Rinnen k und Ablauf
versehen ist. Die Endplatten sind durch die Klemmen c mit den Poldrähte
Stromquelle verbunden. Der eintretende Elektrolyt steigt zwischen den Ele
platten in von einander getrennten Schichten auf, wird durch die Wirkung
liegenden Drahtlängen elektrolysirt und fliesst über die zu diesem Zweck bei d_1
Seite der Platten kürzer gehaltenen und rinnenartig geformten Seitentheile d
die Rinnen k der Wanne, aus welcher er durch die Rohre l abläuft.

Zur Verminderung der Polarisation bei der Elektrolyse e
Hessel (J. 1896) Kathoden aus lothrecht stehenden dünnen Drähten bei gleich
Circulation des Elektrolyten in der Weise, dass die an den Kathoden sich anse
Wasserstoffbläschen, welche schon an sich an den dünnen Drähten schwer
bleiben, durch den kreisenden Elektrolyten sofort nach ihrer Bildung weggeführt

Diaphragmen. Ein Diaphragma für die Elektrolyse wässeriger Lösunge
widerstandsfähig gegenüber den Elektrolyten sein, dabei undurchlässig für den E
lyten, durchlässig aber für den Strom, d. i. für die nothwendigerweise mit dem
transportirten Ionen.

Kellner (J. 1895) empfiehlt Diaphragmen aus Seife, Riekmann (J.
Albumin, welches aber sehr wenig haltbar ist (J. 1893, 411).

Pergamentpapier wird bald zerstört. Enthält aber die Anodenflüs
ausser dem Chlorkalium von vornherein schon einen gewissen Procentsatz, z. B
2 Proc. Chlorcalcium oder Chlormagnesium u. s. w., so zeigt sich schon nach K

nhaftender, gleichmässiger Belag auf dem Pergament, welcher aus Kalk bez. und gleichzeitig Chloriden besteht. Ist der Belag stark genug geworden, m, so beschränkt man die Zufuhr des frischen Kalkes zur Anodenlauge in an- er Weise, z. B. um etwa 20 Proc., so dass sie fähig ist, noch weitere Mengen n, und von da an behält der Belag ungefähr seine Stärke. Gleichzeitig gleichmässige Beschaffenheit des Pergaments dafür, dass der Belag völlig ssig über die ganze Fläche sich verbreitet, d. h. auf der Unterlage des leicht ren Pergaments hat sich ein widerstandsfähiges neues Diaphragma gebildet. , 350.)

iani (J. 1895, 344) empfiehlt für Pergamentpapier, Asbestpappe u. dgl. Diaphragmenkasten.

pfner (J. 1892) will Gewebe, Filz u. dgl. mit Collodium überziehen.

h Steffahny (J. 1896) lässt sich eine gleichmässige Nitrirung und grosse eit dadurch erzielen, dass zuerst die einzelnen für das Gewebe bestimmten Be- le, wie Fäden, Bänder, Schnüre aus Baumwolle oder anderen Pflanzenstoffen, nitrirt und dann erst zu noch vergrösserter Haltbarkeit unter Mitbenutzung von mineralischen Stoffen, wie Asbestschnur oder Glas, zu dem Gewebe vereinigt

h Riekmann (J. 1893) löst man Leim oder Hausenblase in möglichst wenig mischt mit etwa 15 bis 20 Proc. Kaliumbichromat (auf Leim bezogen), welches Wasser gelöst wird, verrührt dann Asbest damit, formt aus dem Gemisch der Platten, trocknet diese und setzt sie schliesslich kräftiger Belichtung durch aus. Oder man trägt den mit Bichromat behandelten Leim auf Asbestpapier lässt gut einziehen. Anstatt die Gebilde zu belichten, kann man sie auch Bad aus unterschwefligsaurem Natron ziehen. — Später empfiehlt er Asbest (J. 1895).

eren (J. 1896) empfiehlt ein Diaphragma aus Hartgummifilz. — Das gma von Wiernik (J. 1894) besteht aus mehreren Lagen Asbestgewebe. — aves & Bird wollen Drahtgaze mit einem Gemisch von Asbest, gelöschtem Wasserglas überziehen. Man breitet breiförmigen Asbest auf der einen Seite hlässigen, zweckmässig aus Metalldrahtnetz bestehenden Elektrode aus und ann erhärten (J. 1896).

aney (J. 1894) will losen Asbest verwenden. Parker will Flussspath n, zu Flussspathwolle verarbeiten und daraus filzähnliche Massen herstellen).

gewöhnlichen Thonzellen halten wenig; wesentlich besser ist nach ermann (J. 1894) die Pukall'sche Masse (J. 1893, 1189).

ure (J. 1893) will poröses Mauerwerk verwenden, die Est-Gesellschaft aus Kalkstein (J. 1895).

xton (J. 1898) vermengt 3 Vol. Portlandcement mit 2 Th. Gyps, Kalk, Asche u. s. w., und mit 2 Th. Seesand. Das Gemisch wird mit Wasser zu ste angerührt und in Platten ausgewalzt. — Haltbar sollen ferner Cement- n sein.

pfner (J. 1897) empfiehlt feingelochte Glimmerplatten.

rling und Harrison (J. 1898) verwenden ein cylindrisches Gehäuse A 5 S. 534) aus Eisenblech, welches, wie bei a angedeutet, gelocht und an einem oden B befestigt ist. In diesem Gehäuse befindet sich ein kleineres Gehäuse, ich gelocht ist, wie bei a' angedeutet, und an einem entsprechenden Boden B' ist. Man schmilzt Magnesia in einem elektrischen Ofen, wodurch sie eine Beschaffenheit, ähnlich jener eines fast klaren Glases annimmt. Diese Magnesia

wird dann so weit zermahlen oder zerkleinert, dass sie noch durch eine 20
aber nicht mehr durch eine 30maschige Gaze hindurchgeht. Der Zwis
zwischen den Cylindern A und A' wird dann gleichmässig mit diesem körnigen
Material ausgefüllt, wie bei C angedeutet, und zwar bis nahe zum oberen R
selben, und über diesem Material
eine Schicht D von Cement oder
Kitt angebracht, um das körnige
an seiner Stelle zu halten.

Fig. 455.

Fig. 456.

Nach Angabe der Far
Höchst (J. 1894) leiden alle die b
osmotischen Diaphragmen, wie Th
Asbestplatten u. dgl. an dem Ue
dass sie entweder den Zweck der T
höchst unvollkommen erfüllen, o
ihr Leitungswiderstand so gross w
der Stromverbrauch zu hohe Ko
ursacht. Dieser Uebelstand lässt s
lichst vermeiden, wenn man die osm
Diaphragmen auf einer oder auch auf beiden Seiten mit jalousieartigen St
(Fig. 456), welche aus dichtem, nicht osmotischen Material bestehen, ausrüst
Streifen der Jalousien sind schräg nach oben angeordnet, so dass der tiefste Pu
Jalousiestreifens nicht höher liegt als der höchste Punkt des nächsten darunter l
Streifens. — Die Wirkung dieser Einrichtung beruht wesentlich darauf, dass d
tische Platte durch die an ihr angebrachten Jalousien gegen die sich bilden
förmigen Zersetzungsproducte geschützt wird, indem die sich bei der Ele
bildenden Gasblasen durch die undurchlässigen Jalousien gezwungen werden,
zu steigen, und dass sonach ein verhältnissmässig dünnes, geringen Leitungswi
bietendes, osmotisches Diaphragma doch eine ausreichende Trennung der Zers
producte ermöglicht. — Fig. 456 zeigt einen Apparat mit beschriebener Ein
mit zwei doppelseitig angebrachten Jalousiestreifen. A ist die Anoden-, K die K
kammer, P die Asbestplatte, $q_1\ q_2 \cdots q_n$ sind die schräg nach oben gerichteten J
streifen.

Ein Diaphragma, welches allen Anforderungen genügt, ist leider noc
bekannt.

Elektrolyse mit Verwendung von Diaphragmen. Auf die
Vorschläge möge verwiesen werden [1]).

Nach Caustic Soda and Chlorine Syndicate (J. 1892) ist die
wand a (Fig. 457) des Elektrolysirungsgefässes auch als Kathode und dere
klemme c mit dem negativen Pol einer Dynamomaschine verbunden. Metal
cylinder d bildet gleichzeitig die Anode, deren Endklemme e mit dem positiven
betreffenden Elektricitätsquelle in Verbindung ist. Die Anode d ist von der Kat
durch Schieferplatte f, welche auf den Boden des Gefässes gelegt ist, isoli
passender Entfernung ist zwischen der Anode d und der Kathode a eine poröse Zw
wand g angeordnet, welche das Gefäss in einen Anoden- oder Chlorraum h und
Kathoden- oder Natronraum i theilt. Das Diaphragma wird gebildet durch ei
zahl von V-förmigen Porzellantrögen j, welche mit Asbestfaser k oder gepul
Speckstein gefüllt sind. Diese Tröge sind in einander und über einander geordn

1) J. 1880, 306; 1882, 367; 1884, 1314; 1889, 429 u. 448; 1890, 497 u. 510; 189
1893, 408.

)iffusion des in dem Anodenraum h entwickelten Chlorgases in den Kathoden-
zu verhindern und die in den genannten Räumen freigesetzten Verbindungen
st vollkommen von einander getrennt zu halten. Beide Räume h und i werden
ng mit einer Lösung von Natriumchlorid gefüllt, welche man in dieselben von unten her durch in dem Boden angeordnete Rohre l und m aus den entsprechenden Behältern o und p einfliessen lässt. Die Flüssigkeit steigt schnell aufwärts und wird vermittels des durch dieselbe hindurchgeführten elektrischen Stromes zersetzt; hierbei wird in dem Anodenraum h Chlor entwickelt und in dem Kathodenraum i Aetznatron gebildet.

Fig. 457.

Das Verfahren der Farbwerke vorm. Meister Lucius & Brüning (J. 1894) besteht darin, dass die zu elektrolysirende Flüssigkeit zwischen den Elektroden zugeführt wird, und zwar so, dass dieselbe sich in einer Ebene, welche mindestens so gross ist als die Elektrodenfläche, nach rechts und links in zwei Ströme vertheilt und an den äusseren Seiten der Elektroden abgeführt wird. Die Fig. 458 zeigt eine solche Einrichtung. Bei derselben fliesst die Flüssigkeit

Fig. 458.

Fig. 459.

em hochstehenden Behälter, also mit Druck, vermittels zwischen den Elektroden :ht über einander angeordneter Röhrchen $r_1\ r_2 \ldots r_n$, welche auf ihrer ganzen oben mit nach rechts und links gerichteten Oeffnungen versehen sind, in die :ungszelle. Die Abführung der Flüssigkeit erfolgt vermittels zweier an den n Seiten der Elektroden senkrecht angeordneter Rohre R_1 und R_2, welche auf ganzen Länge mit kleinen Löchern versehen sind. Die wegfliessenden Flüssig- laufen in zwei Behälter, aus welchen dieselben in das hochstehende Reservoir fft werden und wobei dieselben in den unteren Behältern auf ihre ursprüngliche ıtration gebracht werden. Die Fig. 459 zeigt eine Einrichtung, bei welcher die gte Flüssigkeit vermittels ausgehöhlter Tröge $T_1\ T_2 \ldots T_n$, welche auf ihrer ı Länge mit kleinen Löchern versehen sind, zugeführt wird.

'eyrusson (J. 1896) will beide Elektroden schraubenförmig gestalten und über lie Flüssigkeit leiten.

Craney (J. 1894 u. 1895) will Glocken verwenden, welche unten durch Sand . poröse Massen abgeschlossen sind, um die Wiedervereinigung von Chlor und ı zu verhüten. Andreoli (J. 1894) legt Gewicht auf geringe Flüssigkeits-

Bei allen diesen Verfahren erhält man an der Kathode eine Lösung, welche neben setztem Alkalichlorid etwa 10 Proc. Alkalihydrat enthält. Diese Kathodenlauge ıbgedampft, wobei das unzersetzte Chlorid ausfällt und ausgesoggt wird, während lie Alkalilauge meist auf festes Product weiter verarbeitet. Die Entfernung des

Kochsalzes gelingt auf diesem Weg in befriedigender Weise bis auf einen 2 bis betragenden Gehalt in dem fertigen Producte[1]. Die chemische Fabrik G liefert besonders auf diese Weise hergestelltes Aetzkali. Das an der Anode ent Chlor dient meist zur Herstellung von Chlorkalk[2]. Marx (J. 1889) sc zur Trennung des gebildeten Alkalis von Kochsalz beim Elektrolysiren Koh einzuleiten, um Bicarbonat zu fällen. Kellner (J. 1896) will die Kathodenfl mit Feuergasen behandeln, damit Soda auskrystallisirt.

Nach Hargreaves und Bird (J. 1894) dient zur Gewinnung von Alka Zelle, die ein poröses Diaphragma enthält, auf dessen einer Seite nebengeord mit derselben verbunden, die Kathode aus feinem Drahtgewebe oder gelochter sich befindet, während die Anode und die zu zersetzende Kochsalzlösung sich anderen Seite des Diaphragmas befinden. Diejenige Abtheilung der Zelle, in die Kathode untergebracht ist, enthält keine Flüssigkeit mit Ausnahme jener Mengen, welche durch das Diaphragma dringen oder als Dampf, Sprühregen u. dem Zwecke eingeführt werden, um die an der Kathodenfläche haftenden Theil Kathions (des Natrons oder der entstandenen Verbindung des letzteren) zu er wobei die hierdurch entstehende Lösung aus der betreffenden Zellenabtheilung e beständig oder nur von Zeit zu Zeit abgezogen wird. Soll Soda oder Bicar hergestellt werden, so wird feuchte Kohlensäure eingeleitet.

Nach ferneren Angaben derselben (J. 1895 u. 1896) schliesst eine Endw (Fig. 460) in Gemeinschaft mit einer an ihr angeordneten freiliegenden Anode Sammelkammer D^x ein; hierauf folgt ein Diaphragma A^1, dann ein Zellen $e\ e^1\ e^2\ e^3$ und ein Diaphragma B^1; die von diesen beiden Diaphragmen und dem rahmen eingeschlossene Zelle ist mit dem Elektrolyten F gefüllt. Auf das Diap folgt eine freiliegende Kathode B, daran anschliessend ein Kathodenkammerral und eine freiliegende Kathode B; von diesen beiden Kathoden und dem Ka kammerrahmen wird eine Kathodensammelkammer D gebildet. Nunmehr fo Diaphragma B^1, ein Zellenrahmen $e\ e^1\ e^2\ e^3$, ein Diaphragma A^1; die hierdu bildete Zelle enthält ebenso wie die erste Zelle den Elektrolyten. Hieran s sich eine freiliegende Anode A^x, ein Anodenkammerrahmen C^2 und eine freili Anode A^x; von diesen beiden Anoden und dem Anodenkammerrahmen wi Anodensammelkammer D^x umgrenzt. Nun kommt wieder ein Diaphragma A Zellenrahmen $e\ e^1\ e^2\ e^3$ u. s. w. Der Apparat endigt mit einer freiliegenden A^x und einer zweiten Endwand C^4, welche beide eine Sammelkammer einsch Es ist zu bemerken, dass, sobald in dem mittleren Apparatentheil zwei freili Anoden A^x mit zwei freiliegenden Kathoden B abwechseln, es unerheblich ist, Elektroden an den Enden des Apparates Anoden A^x oder Kathoden B sind. Kathodensammelkammern D sind durch Auslässe d mit der Hauptableitung D^1 verb Die in den Anodensammelkammern entwickelten flüchtigen Producte können durc Gasableitung K weggeführt werden. Die Zellen E sind mit Zuleitung E^1 fi Elektrolyten versehen. Flüssigkeit, welche von Condensation oder Filtration he wird aus der Anodensammelkammer durch die betreffenden Auslässe d^1 de sprechenden Hauptableitung D^2 zugeführt. Die freiliegenden Elektroden könne aus Drahtgewebe auch aus durchbrochener Kohle gefertigt sein. Letztere ist vo haft auf der an dem Diaphragma anliegenden Seite sägeförmig (a, Fig. 461) ges Um solche Kohlenplatten gegen die betreffenden Diaphragmen gut anliegend zu

1) Nach Solvay (J. 1895) wird zur Abscheidung des Chlornatriums concentrirte N lauge zugesetzt.

2) Die von Häussermann (J. 1895) aufgestellte Kostenberechnung dürfte nicht mehr zutreffen.

bei nicht zu beschädigen, sind die entsprechenden Gehäusetheile mit passenden oder Aussparungen versehen, in welche die Kohlenplatten, möglichst dicht an phragma anliegend, eingelegt sind, so dass nur die Diaphragmen von den Rahmen mmt werden und dem vollen Druck der zum Zusammenhalten der Gehäuse-

Fig. 460.

Fig. 461.

estimmten Bolzen ausgesetzt sind. Zwischen der gezahnten durchbrochenen le und dem Diaphragma lässt man Wasser fliessen, welches ununterbrochen tweise in den zwischen beiden befindlichen oberen Zwischenraum eingeführt Der elektrische Strom bleibt dadurch unbehindert bez. sein Durchgang wird rt und das an dieser Anodenfläche erzeugte Product wird abgewaschen. Das kann, wie Fig. 461 in vergrössertem Maassstabe veranschaulicht, mit Hilfe eines durch die Zellenrahmen e gebildeten Troges, der die Kohlenelektroden oben zwischen der Kohlenelektrode A^x und dem Diaphragma A^1 zugeführt werden. en Fällen wird dieser Trog entbehrlich, sobald nämlich der Dampf die an der le erforderliche Wassermenge liefert. Bei Anwendung von Wasser sickert anz allmählich und langsam abwärts.

rgreaves (J. 1896) berichtet über die Ergebnisse eines 59tägigen Betriebes von 15 ander geschalteten Zellen. Die Diaphragmenfläche der einzelnen Zelle betrug 0,5 qm. m Diaphragmenfläche kam eine Stromstärke von 20 Amp. An elektromotorischer Kraft zwischen 3 und 3,5 Volt verbraucht. Zwei mit Flantschen versehene Platten pressten hragmen als Seitenwände gegen den Zellenrahmen, so dass ein einigermaassen wasser-aum entstand, welcher zur Aufnahme von Anoden diente. Ausserhalb dieses Raumes Diaphragma durch ein starkes Kupferdrahtgewebe gestützt, welches auch als Kathode Zwischen beiden Diaphragmen befand sich concentrirte Salzsoole; in die Kathodenräume Dampf und Kohlensäure eingeleitet, um das an den Kupferdrahtkathoden entstehende on abzuspülen und in Carbonat zu verwandeln. Die Alkalilösung floss ständig aus den räumen ab. Den Kohlensäurebedarf lieferten die Abgase einer Gaskraftmaschine. Die Oeffnung im Anodenraume mit dem Chlor austretende geschwächte Salzsäure wurde in onderen Kammer von Chlor befreit und floss dann wieder dem Soolebrunnen zu, um hier zu werden. Das Chlor wurde auf Chlorkalk verarbeitet. — Das Durchschnitts-ler 59tägigen Arbeitszeit war folgendes:

urchschnitts-Stromdichte auf 1 Quadratfuss (0,1 qm)	18,7 A.
urchschnitts-E. M. K. für 1 Zelle	3,4 V.
urchschnitts-Stromwirkungsgrad	80,3 Proc.
uf 100 Vol. als Soda erhaltenes Natrium blieben Kochsalz unzersetzt .	7,7 Vol.

. einiger Sorgfalt soll sich die Menge des in der entstandenen Soda enthaltenen Koch-f 3 und weniger Molecüle auf 100 Mol. Alkali reduciren lassen. Das wirksame Chlor

im Chlorkalk betrug durchschnittlich 37,5 Proc., stieg aber in einigen Fällen auf 39 Pr aus den Elektrolysirgefässen erhaltene Chlor enthielt 97,5 bis 98,5 Proc. Cl. — 2000 el Pferdestärken sollen täglich 17 050 t Kochsalz zersetzen und daraus 26 025 t 37proc. (und 15 075 t 58grädige Soda liefern.

Nach ferneren Mittheilungen (J. 1898) soll das Verfahren von der Gener trolytic Parent Comp. zu Farnworth (England) in grösserem Maassstab ausgeführt nachdem sich eine kleine Versuchsanlage gut bewährt hat. Als Anoden we wöhnlich Kohlenelektroden, als Kathoden kupferne Drahtgewebe *C* (Fig. 4 grosser Oberfläche benutzt. In inniger Berührung mit den letzteren befin Diaphragmen; dieselben sind ungefähr 6 mm dick, aus Asbestfaser gefertigt, einer Silicatmischung zu festen Platten geformt wird, welche wohl die Osmose g aber ein Durchfiltriren der Flüssigkeit verhindern. Die Fig. 462 u. 463 zeige Längsschnitt und einen Querschnitt der Zelle. Elektrolysirt wird Salzlösung,

Fig. 462.

Fig. 463.

Fig. 464.

in die Anodenkammer gepumpt wird und dieselbe oben wieder verlässt. Das N trifft in der Kathodenkammer einen Dampfstrom und rieselt als Aetznatronlösu gleichzeitiger Verwendung von Kohlensäure (Fig. 464) oben als Sodalösung h Das Chlor (CL) wird zu den Kalkkammern geleitet. Aus der Sodalösung wir krystallisirte Soda gewonnen. Die bisherige Zelle, welche 10 qm Diaphragm Kathodenoberfläche hatte, zersetzte im Mittel 106 k Salz in 24 Stunden und daraus 177 k Bleichkalk mit 37 Proc. wirksamem Chlor und 280 k krystallisirt 95 k calcinirte Soda. Der benutzte Strom hatte 3,9 Volt Spannung und 230(Stromstärke. Die Spannung an der Dynamomaschine war 4,7 Volt. Es wurd 14,5 elektrische Pf. gebraucht, welche nach den gewöhnlichen Preisen 7 Mk. kosten würden. Die Stromausbeute soll 97 Proc. der theoretischen betragen Kosten für 2 Diaphragmen von 3 m Länge, 1,5 m Höhe sollen 10,5 Mk. be Es wird auf monatliche Erneuerung gerechnet, doch waren mitunter Diaphragme Monate brauchbar. Die Gesellschaft beabsichtigt, jährlich in 250 Zellen 12 Bleichkalk, 3700 t calcinirte, 8000 t krystallisirte Soda und 700 t Aetznatron zeugen. — Die Soda soll 97,7 Proc. Natriumcarbonat, 1,02 Chlornatrium, 0,76 N sulfat, 0,52 Natriumsulfit enthalten. (Die Schwefelverbindungen kommen von d Carbonisirung benutzten Gas aus der Gaskraftmaschine.) Die 250 Zellen würde Raum von 3500 qm einnehmen.

Nach Hulin (J. 1895 u. 1898) dient die Kathode als poröse Gefässwand, ihr abgeschiedene Aetznatron diffundirt nach aussen und wird durch Wasser

entfernt, so dass es sich im Bade nicht anreichern kann. Es sollen hierbei die einigungen des Alkalis durch Chloride, der Verlust an wirksamem Chlor und tron durch secundäre Reactionen und der Verlust an Energie durch Wasser-ung vermieden werden. Hulin arbeitet bei Versuchen in grösserem Maassstabe annungen von 4,3 Volt und Strömen von 4 Amp./qdm Stromdichte. Die Anoden n aus Kohle. Das Material der „Kathodenfilter“ und die Art ihrer Darstellung icht näher beschrieben. Die Stromausbeute an Aetznatron und Chlor beträgt ch 82 bis 85 Proc. der theoretischen. Man erhält Laugen mit etwa 13 Proc. tron. Das Kochsalz wird beim Eindampfen zum grössten Theil abgeschieden. ach Le Sueur (J. 1898) erhält man Natriumhydrat und Chlor durch Elektro-n Chlornatrium, wobei als Kraftquelle billige Wasserkräfte (Rumford-Fälle) be-verden. Die erste in der Praxis gebrauchte Zelle (Fig. 465) bestand aus einer aus Steingut, später Schiefer, welche durch ein Diaphragma aus Asbest ge-en war. Die Kathode wurde von einem eisernen Drahtnetz gebildet, auf dem phragma ruhte. Die Anode bildete in Blei gefasste Kohle. Das Ganze stand n eisernen, Salzsoole enthaltenden Bottich. Eine solche Zelle gebrauchte eine motorische Kraft von 4 Volt. — uptschwierigkeiten des Verfahrens en darin, das Natriumhydrat im enraum zurückzuhalten, da die Diaphragmen die Diffusion nicht erhindern. Lässt man die Flüssig-Anodenraum höher stehen als hodenraum, so wird dadurch die n des Natriumhydrates vermin-Hält man ferner durch Zusatz von re die Flüssigkeit an der Anode uer, so wird die Bildung von lorit vermieden. Das us der Salzsäure wird m Chlor des Salzes gewonnen. Die jetzt hliche Zelle (Fig. efindet sich in einem breiten, 2,8 m langen 45 m tiefen Bottich. lle ist aus Schieferplatten gebaut, welche durch einen Balkenrahmen gehalten . Ein Verputz aus Cement dichtet die Fugen und schützt das Holz. Ein lken theilt die Zelle in zwei Theile. Er bildet eine Brücke, an der die tz-Kathode und das Diaphragma hängen. Beide sind geknickt, um die stoffblasen leichter entweichen zu lassen. Die Kathode ist mit dem eisernen verbunden, der gleichzeitig zur Stromleitung dient. Durch Glasröhren, welche Decke der Zelle stecken, werden die Anodendrähte eingeführt, welche aus ridium-Platin-Legirung bestehen. Jede Zelle hat etwa 60 Anodendrähte. sammtkosten für die Erneuerung des Platins, einschliesslich der Arbeit, betragen lie Hälfte der Kosten der Kohle allein, die früher angewandt wurde. — ectro-Chemical Company in Rumford-Falls lässt durch jede solche Zelle trom von 1000 Amp. mit einer Spannung von 6,5 Volt hindurchgehen; jedoch e hohe Spannung kein Erforderniss für den Process. Da die Eisenkathode ich in Natronlauge befindet, wird sie so gut wie nicht angegriffen. Es brauchen

Fig. 465.

Fig. 466.

nur etwa alle 7 Wochen die Diaphragmen erneuert zu werden. — Die Zellen Reihen von 22 Stück geordnet; je 3 Reihen werden mit 2 Dynamos getriebe entwickelte Wasserstoff wird zum Theil benutzt zur Bearbeitung des Platin Chlor wird in Bleikammern von Kalk aufgenommen. Die alkalischen Laugen im Vacuum eingedampft und das auskrystallisirte, unzersetzte Salz durch Centr entfernt. Das so erhaltene rohe Natriumhydrat enthält 74 Proc. Na_2O. Die Durchschnittsausbeute an Chlor beträgt 90 Proc., die wöchentliche 87 Proc., Anodenraum nicht constant sauer gehalten werden kann.

Für ein Werk zur täglichen Erzeugung von 90 hk Bleichkalk und von 315 centrirtem Aetznatron sollen die Kosten (die für Kraft und Dampf nicht einbegriffen) 252 betragen.

Tägliche Ausgaben:

Salz, 5850 k	68,2 Mk.
Kalk, 4530 k	105,0
Salzsäure, 900 k	84,0
Kohle (zum Eindampfen und zur Erzeugung von 250 Pf. des gesammten Kraftverbrauches) 7 t zu 12,60 Mk.	88,2
Arbeitslohn, 45 Mann zu durchschnittlich 6,72 Mk.	302,4
Geschäftsführung, Buchführung	31,5
Verpackung	63,0
Oel, Verluste u. dgl.	42,0
Steuern, Versicherungen	21,0
Reparaturen, Abschreibungen	105,0
Verschiedenes	21,0
Kraft (1000 Pf., die jährliche elektr. Pf. zu 50,40 Mk. gerechnet)	138,6
Tägliche Gesammtausgaben	1069,9 Mk.

Tägliche Leistungsfähigkeit:

9000 k Bleichkalk, k zu 0,14 Mk.	1260,0 Mk.
3150 k Aetznatron, k zu 0,14 Mk.	441,0
	1701,0 Mk.
Davon ab für Transport u. dgl.	231,0
Tägliche Bruttoeinnahme	1470,0 Mk.

Die Apparate zur Elektrolyse von Chloralkalien mittels Q silberkathode haben meist das gemeinsam, dass durch das Quecksilber der K das freiwerdende Alkalimetall aufgenommen wird, das so erhaltene Amalgam auss der Zersetzungszelle in Alkalihydrat und Quecksilber zerlegt wird, welches l wieder zurückgeführt wird. Diaphragmen sind nicht vorhanden. Atkins (J. wollte über die Kathode ununterbrochen Quecksilber fliessen lassen. Sinding-La (J. 1895 u. 1896) das gebildete Quecksilberamalgam durch eine drehbare Tr mit Wasser in Berührung bringen. Störmer (J. 1897), Koch (J. 1897), (1898), Brunel (J. 1898) und Rhodin (J. 1899) lassen das Quecksilber i schiedener Weise kreisen.

Hermite (J. 1893) will eine Schicht Quecksilber auf der Salzlösung lassen (?). Vautin (J. 1894) empfiehlt eine Kathode aus Quecksilber, welches Ausnutzung seiner das Durchfliessen durch sehr kleine Oeffn verhindernden Cohäsion in dünner Schicht von einem Net Sieb getragen wird, um eine unmittelbare Berührung zw der Quecksilberkathode und dem Elektrolyten zu erziele Fig. 467 bezeichnet A die Anode, B die Quecksilberka C den Elektrolyt (Chlornatriumlösung). Die Queck kathode wird von dem den Boden der Kammer D bild Netz b getragen. Der Elektrolyt ist von der Kammer D ständig abgeschlossen. Oberhalb der Quecksilberkatho

Fig. 467.

M M′ P D G B A b N C +

ie Kammer D in der Regel mit Wasser oder einer anderen geeigneten Flüssig- gefüllt. Das an der Quecksilberkathode abgeschiedene Natrium sammelt sich : als Natriumamalgam oder wird, wenn die Quecksilberkathode mit Wasser t ist, in Aetznatron übergeführt. Man erhält dieses dann gesondert von lektrolyten, so dass jeder Zwischenprocess zum Zwecke der Abtrennung ver- werden soll (?).

ach Solvay & Cp. (J. 1899) braucht man nur die obere Schicht des Queck- zu erneuern, da sich das Amalgam wegen seiner geringeren Schwere an der iche hält. Man richtet dem- chend den Apparat (Fig. 468) , dass die Quecksilberoberfläche ollkommen wagrechte Lage ein- und lässt das Amalgam am Apparatende durch einen in un- er Höhe des Quecksilberspiegels dneten Ueberlauf C und Rohr D en. Der Wiedereintritt des irten Quecksilbers erfolgt am engesetzten Apparatende vom opf H aus durch Rohr B. Die Salzlösung wird durch Rohre $S\,S_1$ zu- und ab- . Der zur Regenerirung des Quecksilbers dienende Apparat, in welchem das am als Anode wirkt, kann nach dem gleichen Princip wie der Elektrolysator r ohne methodische Circulation der Flüssigkeiten eingerichtet werden.

Fig. 468.

ach ferneren Angaben von Solvay setzt sich die im elektrolytischen Apparat che Flüssigkeit zusammen aus zwei Schichten: im unteren, d. i. dem mit dem ilber in Berührung stehenden Theil, bildet sie eine mit Salz gesättigte bez. gesättigte, folglich auf dem Dichtigkeitsmaximum befindliche Schicht; auf dieser ine an Salz viel ärmere und daher entsprechend weniger dichte Schicht. In r befinden sich die Anoden. Bei der Elektrolyse von Chloralkalien vermittels ilberkathode lassen sich diese beiden verschieden dichten Schichten leicht auf- rhalten, weil das Verfahren keine Gasentwickelung am Quecksilber bedingt. tere dichte Schicht erbringt die wohlthätigen Wirkungen eines Diaphragmas ohne Nachtheile. Da sie mit dem Quecksilber beständig in Berührung bleibt und ch mit der die Anode umgebenden chlorgesättigten Flüssigkeit mischt, so ver- ie chlorfrei; die Rückbildung von Alkalichlorid an der Kathode bleibt in Folge ausgeschlossen, und es kann die volle Nutzleistung des Stromes erreicht werden. folgt, dass die Grenzlinie der beiden Flüssigkeitsschichten zwischen Anode und e sich befinden muss, z. B. im halben Abstande. In Folge der elektrolytischen herrscht in beiden Schichten eine auf Verminderung ihres Salzgehaltes gerichtete z. Man muss sie also auf ihrem Sättigungsgrade künstlich erhalten. Das beste hierzu besteht darin, dass man die Flüssigkeit beider Schichten ununterbrochen, je für sich am einen Ende des Apparates abfliessen, sich wieder mit Salz an- n und darnach am anderen Ende des Apparates wieder in diesen eintreten lässt. isung der betreffenden Schicht wird dabei so geregelt, dass der geeignete Dichtig- terschied zwischen den beiden Flüssigkeitsschichten gewahrt bleibt. — In der 9 (S. 542) bezeichnet E das Elektrolysirgefäss, A die Anoden, K die Quecksilber- , S die concentrirte, S_1 die schwächere und S_2 die chlorgesättigte schwache Salz- In Fig. 469 sind zwischen den Stirnwänden des Gefässes E und der benach- Anode je zwei Schützen V und V_1 im Abstand hinter einander angeordnet. Die Schützen V_1 tauchen bis unter die Ebene der Anoden ein und die äusseren V

bis unter die inneren. Die Räume zwischen den Schützen V und den Stirnwä Gefässes sind durch eine Rohrleitung R verbunden, in welche am einen End eine Pumpe P, am anderen Ende ein mit Salz beschickter Behälter B eingeschal In ähnlicher Weise sind die Räume zwischen den Schützenpaaren in einem Niveau in Verbindung, wie durch die Mündungen R_1 angezeigt. Die Schützen somit den Flüssigkeitsinhalt des Gefässes E in drei Schichten S, S_1 und S_2, v S und S_1 sich in beständiger Circulation befinden und sich dabei ausserhalb fässes wieder aufsalzen, und zwar unter solcher Regelung der Salzzufuhr, das

Fig. 469.

Fig. 470.

grössere Dichte erhält und behält als S_1. Die Schicht S_2 verbleibt in Ruhe kann auch von der Circulation der Schicht S_1 absehen und deren Aufsalzung Diffusion aus der Schicht S stattfinden lassen. — Bei der Anordnung Fig. 470 der Circulation überhaupt abgesehen. Am linken Ende steht das Gefäss E du Anzahl Oeffnungen in Verbindung mit einem grösseren Salzbehälter B und am Ende in höherem Niveau mit einem kleineren Salzbehälter B_1 durch eine O welche mittels Schiebers v_1 regulirbar ist. Vor den Oeffnungen des Behälters B in einem Abstande eine Schütze v in das Gefäss E bis unterhalb der Ebene der O des Behälters B_1 ein. In Folge dieser Einrichtung erhält sich auf dem Que selbstthätig eine Schicht S, welche im Verhältniss der stärkeren Salzaufnahme a Behälter B concentrirter ist als die Schicht S_1.

Castner (J. 1894) will aus der Chlornatriumlösung Natriumamalgam auf lytischem Wege unter Benutzung einer Quecksilberelektrode erzeugen und hie eine 2. Abtheilung bewegen, wo die Zerlegung des Amalgams bez. die Bildu Aetzalkali in geeigneter Weise erfolgt. Um die Circulation des Quecksilbe Amalgams zu sichern, werden die elektrolytischen Zellen so angeordnet, dass regelmässigen Zwischenräumen in Schwingung gesetzt oder geneigt werden kön dass das Quecksilber bez. das Amalgam an dem Boden einer Abtheilung nach der Reihe nächsten Abtheilung fliesst, aus der es wieder zurücktritt, nachdem derselben einer geeigneten Einwirkung unterstand. Der Zweck kann dadurch e werden, dass man das Bad gelenkig lagert oder unterstützt, und dass alsdann au Bad die erforderliche Kippbewegung übertragen wird. Fig. 471 und 472 zeige elektrolytischen Apparat A mit 3 Abtheilungen. Das hintere Ende desselben w einstellbaren Schneiden B getragen, durch welche der Höhenstand der Zelle einge werden kann. Diese Schneiden sitzen auf Metallplatten C auf, welche wieder den üblichen Tragewänden oder einem Gestell D vorgesehen werden. Das v Ende des Apparates ruht auf Excentern F, die auf einer Welle E sitzen. Excenter legen sich gegen die Metallplatte H oder unmittelbar gegen den Bod Zelle. Da indessen die Zellen häufig aus Schiefer oder einem ähnlichen Materi gestellt werden, so wird sich eine metallische Anlagefläche häufig als zweck ergeben. Die Welle E wird in geeigneter Weise gelagert und angetrieben. Na

lung läuft sie in den Lagern N, und der Antrieb erfolgt durch eine Riemscheibe K n Riemen L. Die Umdrehungsgeschwindigkeit dieser Welle und die Gestalt centerändern sich nothwendigerweise und hängen von der Neigung, welche der

Fig. 471.

Fig. 472.

egeben werden soll, sowie endlich von der Geschwindigkeit ab, mit welcher diese wegung zu wiederholen ist. — Bei Ausführung des Verfahrens dürfte bei einer es Quecksilbers oder Amalgams von etwa 3 mm die Hebe- und Senkbewegung eren Endes der Zelle nur um etwa 3 mm über bez. unter die horizontale Ebene dig sein.

stner verwendet später (J. 1896) Zellen, die hintereinander geschaltet und der ausschliesslich durch flüssiges Metall elektrisch verbunden sind; dieses wird in ständiger Bewegung erhalten, um das in der ersten Zelle (aus welcher or als Gas entweicht) niedergeschlagene Alkalimetall in die zweite Zelle über- n, in welcher das durch das Quecksilber und Alkalimetall gebildete Amalgam de wirkt und in Gegenwart von Wasser das Alkalimetall unter Bildung von ydrat abgibt. — Wenn es sich z. B. um die Herstellung von reinem Aetz- aus Chlornatrium handelt, so muss ebensoviel Natrium in einer gewissen Zeit rsten Zelle gefällt werden, als in der zweiten Zelle in derselben Zeit frei wird, n kein Natrium in dem Quecksilber vorhanden ist, während sich dieses in der Zelle befindet, eine Oxydation des Quecksilbers, d. h. schwer wiegende Ver- treten würden. Nun ist in der zweiten Zelle (Aetznatronzelle) die Wirksam- s 100 Proc.; in der ersten Zelle (Chloridzelle) dagegen ist es in Folge der sen Zersetzung des Wassers oder in Folge der Wiederverbindung eines Theiles riums praktisch unmöglich, eine Wirksamkeit von 100 Proc. zu erzielen; des- es zur Verhinderung der Oxydation des Quecksilbers wesentlich, dass mehr urch die erste als durch die zweite Zelle tritt. Dies lässt sich erreichen: n man den Strom eine Zeit lang nur durch die erste Zelle treten lässt, bis eine Menge Natrium abgeschieden worden ist, worauf der Strom so lange durch beide eleitet wird, bis fast das ganze Natrium, welches sowohl während dieser Zeit , wie vorher in dem Quecksilber niedergeschlagen worden, in der zweiten Zelle abe gelangt ist; alsdann wird in derselben Weise fortgefahren. 2. Durch Ver- von zwei Dynamos, deren gesammter Strom durch die erste Zelle geht, während Theil des Stromes durch die zweite Zelle geleitet wird. 3. Durch Anwendung uptstromkreises und Kurzschliessung eines Theiles desselben. Es ist zweck- den Strom so zu regeln, dass stets etwa 0,2 Proc. Natrium in dem Amalgam bleiben. — Die elektromotorische Kraft, welche in der ersten Zelle zur Zer- des Chlornatriums in seine Elemente, Chlor und Natrium, erforderlich ist, ist ch etwa 3 Volt, während die in der zweiten Zelle durch die Zersetzung des amalgams erzeugte elektromotorische Kraft theoretisch 0,7 Volt beträgt. Im hen Betrieb werden mit einem Strom von etwa 4 Volt und 450 Ampère gute e erzielt, und der Unterschied in dem Strome, welcher durch die erste Zelle

geht, gegenüber dem die zweite Zelle durchfliessenden muss natürlich derart l
bez. geregelt werden, dass er der in der ersten Zelle erzielten Wirksamkeit en
— Bei dem Apparat nach Fig. 473 und 474 ist die viereckige Zelle A durch
durchlässige Scheidewand B in zwei Kammern bez. Abtheilungen A_1 A_2 gethei

Fig. 473.

Fig. 474.

untere Theil der Zelle ist bei D rund ausgeführt und der Boden durch eine
platte E geschlossen, unter welcher ein hohler Raum oder Wassermantel F vo
ist, dem durch Rohre G G_1 Wasser oder ein anderes Kühlmittel zugeführt wi
elektrische Verbindung der Bodenplatte E ist mit E_1 bezeichnet. Durch die
wand B geht eine Spindel H, welche unten mit radialen Schraubenblättern I u
mit einer Antriebscheibe K ausgestattet ist. Die negativen Elektroden L sind zu
gespannt in der Kammer A_1 aufgehängt und an die Leitung M angeschlosse
positive Elektrode N tritt in die Kammer A_2 hinein und ist an die Leitung I
schlossen, die sich in zwei Arme N_2 N_3 theilt. Die Scheidewand B ist bei B_1 m
Metallschuh versehen, der indessen den Boden der Zelle nicht berührt. Mit O
Schicht Quecksilber oder anderes flüssiges Metall oder eine ebensolche Legi
zeichnet. Die Abtheilung A_1 ist mit einem mit Abschlussorgan P ausgestattet
lass versehen, während der Auslass für die Flüssigkeit aus der Abtheilung A_2
der für Gas mit R und der Einlass für die Flüssigkeit nach A_2 mit S bezeic
Beide Kammern oder Abtheilungen sind durch Glas- oder andere Platten T ab
— Nachdem die Zelle mit Quecksilber bis zum Stand O beschickt worden, bewi
Quecksilberschicht zusammen mit der Scheidewand B und dem Metallschuh
durch das Quecksilber unmittelbar amalgamirt wird, eine vollständige Trenn
aufzunehmenden Lösungen. Die Abtheilung A_1 wird mit Wasser oder einer ver
Lösung von Hydroxyd und A_2 mit einer gesättigten Kochsalzlösung gefüllt.
wird das Rührwerk I langsam in Drehung versetzt und durch die Rohre G
Wasser durch den Mantel F treten gelassen. Um nun Natrium in dem Quecks
belassen, ist der Stromkreis dadurch zu schliessen, dass N_1 und E_1 an die entspre
Dynamoklemmen etwa eine Stunde lang angeschlossen werden, worauf diese Ver
zu unterbrechen und der Strom von N_1 nach M etwa 9 Stunden lang treten zu la
Nach der zweiten Methode, wonach zwei Dynamos X zur Verwendung komme
wie aus Fig. 475 ersichtlich, der erforderliche Zusatzstromkreis durch die Le
N_1 E_1 gebildet, während der Hauptstrom durch N_3 M geht. Wenn beispielsw
Wirksamkeit der ersten Zelle 90 Proc. ist, dann ist $^1/_{10}$ des Stromes, welcher d
geht, durch E_1 zurückzuführen. Nach der dritten Methode wird der beabsichtigt
durch Kurzschliessung eines Theiles des Stromkreises erzielt, wie aus Fig. 476
lich, wonach beim Sinken des Natriumantheiles in dem Amalgam erheblic
0,2 Proc. der Widerstand für den Durchtritt des Stromes durch die zweite (od
natron-) Zelle wächst und der überschüssige Strom durch die Leitung E_1 zur
— Nach Beschickung und Anlassen des Apparates bei Einrichtung der Stro
nach einer der genannten Methoden wird Chlor in der Abtheilung A_2 abgege
entweicht durch die Oeffnung R in einen geeigneten Sammler. Die Lösung,

eitweises Zusetzen von Salz gesättigt erhalten wird, kann abgezogen und durch sche, von Hypochloriten oder Calciumsulfat freie Lösung ersetzt werden; wenn se Stoffe in der Chloridlösung in erheblicher Menge vorfinden, so stören sie die iche Durchführung des Verfahrens. Beim Beginn des Verfahrens wird, da die

Fig. 475.

Fig. 476.

e Aetznatronlösung in A_2 ein schlechter elektrischer Leiter ist, der Widerstand er sein; sobald diese Lösung indessen concentrirt wird, fällt der Widerstand h. Bei dem continuirlichen Betriebe wird, nachdem die Lösung in A_1 eine Concentration erreicht hat, letztere dadurch erhalten, dass in die Abtheilung ältniss der Bildung des Aetznatrons langsam Wasser eintreten gelassen wird, l bei *P* eine Aetznatronlösung von gleichmässiger Concentration abgezogen wird. se Weise wird ohne Veränderung des Flüssigkeitsspiegels in der Abtheilung ein r Strom abfliessender Aetznatronlösung aufrecht erhalten [1]).

n erfolgreichsten sind die Vorschläge von Kellner. Zuerst (J. 1893) empfahl Kathode aus einer lothrechten, dünnen Quecksilberschicht, welche durch den leitende Scheidewände vom Anodenraume, der die des Elektrolytes enthält, getrennt ist; über der Queckicht fliesst während der Elektrolyse Wasser, während twickelte Gase aus dem Anodenraume abgesaugt werden i entweichen. Das Quecksilber soll eine vermittelnde wischen dem durch die Scheidewand davon getrennten lyt und dem damit in Berührung befindlichen Wasser indem es beispielsweise bei der Elektrolyse des Chlors das als Kathion abgespaltene Natrium in metallischem e durch die Scheidewand aufnimmt und es fortwährend Wasser abgibt, welches unter Wasserstoffentwickelung värmung damit NaOH bildet. Als sehr brauchbar und soll sich im Grossbetriebe folgende Vorrichtung haben. Die Scheidewände *A* (Fig. 477), welche das lber vom Anodenraume trennen und gleichzeitig halten, aus porösem Thon, aus mit gelatinöser Masse ge-, auf einer gelochten Schieferplatte liegenden Asbestaus zwei wechselständig gelochten Schieferplatten mit vischenlage aus Glas- und Schlackenwolle, Stärke und bestehen, welch' letztere vor dem Einsetzen in den t in concentrirte Natronlauge oder kochendes Wasser t wurden. Zwischen diesen Scheidewänden befindet

Fig. 477.

[1]) Castner hat sich später mit Kellner vereinigt.

sich das Quecksilber B. Um so wenig als möglich von diesem Metalle anwe
müssen und dennoch einen billig herzustellenden Kathodenraum zu schaffen
Verdrängungskörper C angeordnet. Dieser wird am besten aus Gusseisen ang
er füllt den Raum zwischen den Scheidewänden beinahe vollkommen aus und
dem Quecksilber, nur eine dünne Schicht zu bilden. Gleichzeitig dien
Verdrängungskörper dazu, das Reactionsgefäss D in einer bestimmten Höhe zu
Dieses Reactionsgefäss besteht aus einem sich an die Innenseite des aus den
wänden gebildeten Kathodenraumes anlegenden, oben und unten offenen Rahm
in das Quecksilber so tief eintaucht, als ihn die Stellung der Schraube E dazu
und in dessen Innenraum F Wasser oder diejenige Flüssigkeit gegeben wird,
man mit dem ausgeschiedenen Kathion zu verbinden wünscht. Das Quecksilb
entweder mittels eines Drahtes direct oder durch den Verdrängungskörper r
negativen Pol G der Elektricitätsquelle verbunden. Die Anoden H^1 könn
einem beliebigen, dem freigesetzten Anion widerstehenden Leiter hergestellt
Ein Rahmen J von glockenförmigem Querschnitt trägt die Anoden und führt
wickelte Gas durch K^1 ab.

Sein zweiter Apparat (J. 1895) besteht aus einem Behälter A (Fig. 478
zur Aufnahme des zu zerlegenden Elektrolyts und aus einem in diesen Behäl
gesetzten oder eingehängten Trog B, welcher im Boden Oeffnungen b besitzt,

Fig. 478.

Fig. 479.

überhöhten Rändern b' umgeben sind, wodurch die den Boden des Troges bede
als Kathode dienende Quecksilberschicht C am Ausfliessen durch die Oeffnungen
hindert wird. Im Elektrolytraum des Behälters A sind die Anoden D wagrecl
lothrecht angeordnet, welche im letzteren Falle auch durch die Oeffnungen b
Trog B hineinreichen können. Jede der Trogöffnungen ist durch eine Glocke
nicht leitendem Material, z. B. Glas, Steinzeug, Porzellan, Ebonit überdeckt,
mit ihrem freien Rande in das Quecksilber taucht und eine grössere Breite
Oeffnung b hat, so dass sie um ein gewisses Maass über diese Oeffnung hin- ur
bewegt werden kann, wobei der nach aufwärts vorstehende Rand b' diese Bewegu
grenzt. Die Glocke umschliesst demnach den mit dem Behälter A verbundene
setzungsraum und bildet eine den Strom nicht leitende Scheidewand zwischen
und dem Bildungsraum des Troges B, welcher oberhalb der den Verschluss bild
Quecksilberkathode C mit Wasser, Säure oder einem anderen Körper, an welch
Kathion gebunden werden soll, gefüllt wird. Um bei der Verschiebung der
durch den auf dem Boden des Troges B gleitenden Rand das Quecksilber nicht z
drängen, sind im Glockenrand oder im Boden des Troges Schlitze oder Aussch
vorgesehen. Aus dem Zersetzungsraume führt ein Gasableitungsrohr F nach auss
des Behälters A. Die Anode D und die Quecksilberkathode C sind mit den Pold
einer geeigneten Elektricitätsquelle verbunden.

Sodann (J. 1896) empfiehlt derselbe wieder die bewegte Quecksil
kathode. Nach seinen Angaben bildet dieses Verfahren die „langgesuchte L

blems der Elektrochemie, indem sie der Industrie ein Mittel schafft, mit vertical neten, unendlich einfachen, dauerhaften und betriebssicheren Apparaten ohne ung eines Diaphragmas (einer porösen Scheidewand) die vollständige Spaltung allchloriden unter ganzer Ausnutzung des elektrochemischen Aequivalentes der durchführen zu können". Das Verfahren besteht wesentlich darin, dass das hode benutzte Quecksilber in Form von schmalen Streifen zur Anwendung welche durch ein System von Rinnen gebildet und gezwungen werden, die in Schraubenlinien zu umkreisen, während sie immer wieder von dem hierbei mmenen Kathion in einer vom Zersetzungsraum getrennten Zelle befreit werden. h Anwendung dieses Verfahrens soll es möglich sein, Apparate von jeder be- Leistungsfähigkeit herstellen zu können. Die Menge des erforderlichen Queck- st in Folge der hohen hierbei erreichbaren Stromdichte eine geringe, und die ng einfach, weil es genügt, für jeden noch so grossen Apparat nur diejenige bermenge auf die Anfangswindung der Schraubenlinie zu heben, die für einen n Schraubengang erforderlich ist. — Die Fig. 480 und 481 veranschaulichen cylindrischer Form ausgeführtem Apparat in senkrechtem Schnitt und in der ht bez. im wagrechten Schnitt. Die Fig. 482 bis 484 zeigen den mit schrauben- nigen Rinnen zur Führung des Quecksilberstreifens versehenen Cylinder in ivischer Ansicht und einen Theil desselben in senkrechtem und wagrechtem

Fig. 480. Fig. 481. Fig. 482. Fig. 483.

Bei diesen Apparaten ist A ein aus Porzellan oder hergestellter Cylinder, welcher mit zahlreichen schrauben- nigen Rinnen $a\, a'\, a'' \ldots$, $b\, b'\, b'' \ldots$ (von welchen der keit wegen nur wenige gezeichnet sind) versehen ist, elche das Quecksilber in Form eines schmalen Streifens Diese Rinnen sind am Cylinder A derart angeordnet, dass

Fig. 484.

ersten, dritten, fünften Schraubengang u. s. w., also die ungeraden Schrauben- ildenden Rinnen an der Innenseite, die den zweiten, vierten, sechsten u. s. w., lie geraden Schraubengänge bildenden an der Aussenseite des Cylinders ver- wobei die inneren in der Zersetzungszelle liegenden Rinnen mit den in der szelle befindlichen äusseren Rinnen je durch eine in der Cylinderwandung llte schlitzförmige Oeffnung oder einen Spalt c verbunden sind. In den r A, dessen oberster Rinne a das Quecksilber durch ein Rohr q zugeführt eine geeignete Anode (oder Anoden) B vortheilhaft in cylindrischer Form ein- welche mit dem zu zerlegenden festen Salz gefüllt wird, so dass dieses nicht in ckcksilberrinnen gelangen, dagegen, von unten in die Lösungsflüssigkeit über- leztere beständig anreichern kann. Das Ganze wird in ein Gefäss C eingestellt, Wasser enthält, und mit einem Deckel d geschlossen ist; r ist das Eintrittsrohr

für die Reactionsflüssigkeit und r_1 und r_2 sind Gasableitungsröhren für Wasserst
Chlorgas. Die Anode B ist mit dem positiven Poldraht n_1 und das Quecksil
dem negativen Poldraht n_1' einer Stromquelle verbunden. — Wenn der Widerst
langen Quecksilberstreifens bei der bedeutenden Stromabfuhr ein bereits merkba
würde, so erscheint es angezeigt, diesen die Schraubenlinie bildenden Quecksilbe
an verschiedenen Stellen seiner Länge mit dem negativen Pol der Elektricitätsq
verbinden. Zu diesem Zwecke wird das Gefäss C selbst aus Eisen angefert
mittels der Drähte n mit dem Quecksilber an verschiedenen Stellen leitend ver
während es selbst diese so gesammelten Ströme durch Draht n_1' zum Dynamo
führt, wie das in Fig. 480 links zu ersehen ist. Bei der Zersetzung von Sa
Quecksilber in die oberste innere Rinne a eingelassen. Aus der in der Zersetzu
befindlichen Kochsalzlösung wird nun, sobald der Strom geschlossen ist, Nat
das Quecksilber abgeschieden, um während des Laufes des Quecksilbers du
zweiten, an der Aussenseite des Cylinders A liegenden Schraubengang b sofor
im Bildungsraume befindliche Wasser unter Bildung von Aetznatron abgegeben zu
Das vom Amalgam befreite Quecksilber gelangt unmittelbar darauf in den n
Schraubengang a', amalgamirt sich wieder mit Natrium, führt das Amalgam w
die Bildungszelle, um es in dem äusseren Schraubengang b' abzugeben u. s.
gelangt schliesslich in reinem Zustande durch Rohr q_1 aus dem Apparat z
Pumpe p oder einer sonst geeigneten Hebevorrichtung, durch welche es wie
Rohr q und dadurch der obersten inneren Rinne a zwecks neuerlicher React
geführt wird. Die concentrirte Aetznatronlauge wird aus dem Gefässe C du
Rohr p_1 abgelassen, während durch das Rohr r_1 der gebildete Wasserstoff un
das Rohr r_2 das Chlor entweichen, um ihrer weiteren Bestimmung zugef
werden.

Zur raschen Ueberführung des Alkaliamalgams in Alkalihyd
Quecksilber haben Störmer (J. 1897 u. 1898), Sinding-Larsen (J. 1897)
apparate angegeben.

Die Chemische Fabrik „Elektron" (J. 1898) bringt das bei der E
lyse der Chloralkalien erhaltene Amalgam fein zerstäubt mit dem Zersetzungsm
Berührung. Es sei z. B. in Fig. 485 a das elektrolytische Gefäss, in welc
Anoden b eintauchen. Die Kathode wird von einer am Boden befindlichen Quec
schicht c gebildet. Diese
silberschicht steht durch Ro
mit einem Behälter f in Verb
In das obere Ende des R
mündet eine Dampfdüse g,
das aus a nach f steigende A
in dem Behälter f zerstäubt,
die feinsten Amalgamtheilch
dem Dampf in innige Ber
kommen. Durch Kühlrohre h
die Reactionsproducte con
welche sich in dem Behälter f sammeln. Das unten befindliche Quecksilber
durch das Rohr i in den Behälter a zurück, während die darüber stehende
verbindung als Hydroxyd nach dem Sammelgefäss k abläuft. — Diese Zerst
des Quecksilbers wird die Wiedergewinnung wohl erschweren.

Fig. 485.

Kellner (J. 1894) schlug vor, die bei den secundären Vorgängen eines e
lytischen Zerlegungsprocesses frei werdende Wärmearbeit zur Verminderung der
primäre Elektrolyse erforderlichen Energie dadurch nutzbar machen, dass das

lyse in der Zersetzungszelle als Kathode benutzte Quecksilber zugleich als in einer besonderen Bildungszelle mit einer dritten Elektrode geschaltet wird, h die in Elektricität umgesetzte Bildungswärme in die Zersetzungszelle zurück- wird, so dass für die daselbst vor sich gehende Zerlegung nur ein um diese citätsmenge verminderter Hauptstrom nothwendig wird. Dementsprechend soll 96) das Quecksilber mit dem gebildeten Amalgam aus der Zersetzungszelle ent- nd in von letzterer getrennte Zellen gefördert werden, welche mit je einer beson- Elektrode versehen sind und durch Serienschaltung unter sich auf ein vom Zer- sstrom unabhängiges Potential gebracht werden können. — Die Zersetzungszellen 486 u. 487), in welchen tallsalz durch den Strom en wird, sind von den gszellen $b\ b_1 \ldots$, d. h. Räumen, in welchen das hode verwendete Queck- das amalgamirte Metall Natrium oder Kalium) n soll, vollständig ge- Um eine elektrische dung zwischen Zer- s- und Bildungszelle uhalten, darf das über- e Quecksilber nicht zu- hängen, was beispiels- dadurch erreicht werden kann, dass das aus der Zersetzungszelle a durch ausfliessende Quecksilber, welches in dieser Zelle die Kathode k gebildet hat, n getheilten Kipptrog d fliesst, um durch abwechselnde Entleerung der einen nderen Trogabtheilung in das Zuflussrohr e der Bildungszelle b übergeführt zu . Diese Bildungszelle steht mit der zweiten Zelle b_1, gegebenenfalls diese mit ritten u. s. w. auf gleiche Art in Verbindung, während aus der letzten Bildungs- as Quecksilber in die zugehörige Zersetzungszelle a zurückgeführt wird, wozu re f und g und eine eingeschaltete Pumpe p, sowie ein Kipptrog d_1 dienen. — liche Zersetzungszellen a bez. deren Kathoden k und Anoden n können parallel nter einander geschaltet sein; die Bildungszellen $b\ b_1$ der einzelnen Zersetzungs- sind dagegen in der Weise hinter einander geschaltet, dass dem durch das Queck- mitgeführten Amalgam in jeder dieser Zellen eine besondere Elektrode h ent- estellt ist, wobei das Amalgam der ersten Zelle b mit der Elektrode der zweiten $_1$ und das Amalgam dieser Zelle mit der Elektrode h der nächsten Zelle ver- ist u. s. w. — Von einer eigens zu diesem Zwecke mit niederer Spannung nden, von der Hauptdynamo i unabhängigen Stromquelle l wird nun durch alle einander geschalteten Bildungszellen $b\ b_1$, $b\ b_1 \ldots$ ein Strom gesendet, welcher sserzersetzung beschleunigt und in Folge dessen das Quecksilber von dem Metall (Vgl. J. 1899, 330.)

Fig. 486.

Fig. 487.

ellner (J. 1895) schlägt ferner vor, das Natriumamalgam mit Natriumnitrat- zu zerlegen zur gleichzeitigen Bildung von Natriumhydrat und Ammoniak. lektrolyse ohne Diaphragma und Quecksilber. Einige Verfahren Chlor und Alkalilösung lediglich durch die verschiedenen spec. Gewichte ge- halten. Dahin gehören die Vorschläge von Roubertie (J. 1893), Thofehrn 95) und Bein (J. 1896); ferner dasjenige des Vereins für chemische und metall- ie Production in Aussig a/E., welches derzeit eine Anlage für 400 Pf. im Bau

hat. Bei diesem Verfahren (Fig. 488) ist die Anode mit einer Glocke vo leitendem, chlorfestem Material umgeben, aus welcher das Chlor entweicht, wäh Kathoden aussen angeordnet sind und sich die lauge in Folge ihres höheren spec. Gewichtes an des Gefässes ansammeln soll. Wenn sie dies thut und sich keine bedeutenden Mengen von chlorit bilden, dann wird das Verfahren jedenf einfach sein.

Fig. 488.

Bei der Elektrolyse von Salzsä eine Membrane nicht erforderlich. Nach v. K (J. 1895) erhält man an der Anode nur d reines Chlorgas, wenn die Säure mehr als 2 HCl enthält. Bei Anwendung von schwächerer Säure entsteht immer ein G von Chlor und Sauerstoff. Die Ausbeute an Chlor sinkt bei abnehmend centration immer mehr, so dass bei einem Gehalte der Salzsäure von etwa HCl die Ausbeute nur noch einige 70 Proc. der der Stromstärke entsprechende menge beträgt. Bei einem Gehalte von 3 Proc. HCl beträgt diese Stroma nur noch etwa 50 Proc. Elektrolysirt man eine Chlornatriumlösung oh wendung eines Diaphragmas, so wird in der Anodenflüssigkeit stets unte saures Natrium gebildet und es entweicht nur ein Theil des primär gebildeten befinden sich die Elektroden sehr nahe an einander, so wird fast alles Chlor zur von unterchlorigsaurem Salze verbraucht. Bei der Elektrolyse einer 16proc natriumlösung wurden z. B. zu Anfang nur 58 Proc. und nach 20 Minuten n 43 Proc. der der Stromstärke entsprechenden Chlormenge frei. Eine Chlorge durch Elektrolyse von Kochsalzlösung ohne Diaphragma erscheint also eben lohnend wie die Elektrolyse schwacher Salzsäure. Da nun selbst die sch Salzsäure unterchlorigsaure Salze unter Chlorentwickelung zersetzt, so lag es na Verhalten einer mit Chlornatriumlösung versetzten Salzsäure bei der Elektro prüfen.

Nach F. Oettel (J. 1895) erhält man je nach der Stromdichte (Kathod Ausbeute von 41 bis 66 Proc. Unter Benutzung zweier Platinbleche wur 12proc. Salzsäure folgende Werthe erhalten:

Stromdichte für 1 qm	Stromausbeute	Spannung
240 Amp.	41 Proc.	1,4 Volt
600 „	55 „	1,6 „
1200 „	66 „	1,7 „

Durch Verminderung der Chlorlöslichkeit wirkt der Zusatz von NaCl, $MgSO_4$ günstig, die besten Resultate aber erhält man, wenn man concentrirte Ko lösung mit Schwefelsäure versetzt. Eine solche Lösung, als deren Bestandthe zunächst HCl, NaCl und $NaHSO_4$ anzunehmen hat, löst so wenig Chlor, dass der Elektrolyse nur ganz wenig gefärbt wird und sich an der Anode das Chlor lebhaft entwickelt, wie sonst der Sauerstoff. Eine Flüssigkeit, welche im Liter NaCl + 140 g H_2SO_4 enthielt (entsprechend 100 g HCl), hatte nach mehrst Elektrolyse 0,64 g freies Chlor im Liter neben 30,5 g HCl. Selbst bei der ni Stromdichte von 240 Amp. entsteht noch eine Stromausbeute von 70 Proc., s man jedoch die Stromdichte auf 600 bis 700 Amp., so erhält man eine Stroma von 92 bis 98 Proc., welche erst nachlässt, wenn ziemlich alle freie Säure in de zersetzt ist.

Sinding-Larsen (J. 1898) behauptet, dass das auf elektrolytischem Wege darg Chlor nicht zweckmässig zur Herstellung von Chlorkalk verwendet werden kann, da auf

Wege dargestelltes Chlor den Kalk in anderer Weise beeinflusst als das elektrolytische Dies soll davon herrühren, dass das elektrolytische Chlor oder ein Theil davon eine so össere Affinität besitzt, dass es im Stande ist, den im Kalk enthaltenen Sauerstoff aus Verbindungen auszutreiben, so dass man an Stelle des den Chlorkalk kennzeichnenden hlorits Chlorid erhält. Diese Behauptung widerspricht der täglichen Erfahrung [1]).

Bleichflüssigkeiten durch Elektrolyse von Chloriden. Bleichkeiten werden elektrolytisch aus neutralen Lösungen der Alkalichloride erhalten, lten spielen dabei auch die Chloride des Calciums oder des Magnesiums eine Rolle. e älteren Vorschläge von Hermite u. A. [2]) sei verwiesen. Der Apparat von ner (J. 1894) besteht aus einem Trog A (Fig. 489 bis 491), welcher durch einen l B geschlossen und an zwei gegenüberliegenden Seitenwandungen mit wechsel- angeordneten, vorstehenden und Nuthen besitzenden Leisten $a\,a^1 \ldots a^n$, $b\,b^1 \ldots b^n$

. 489. Fig. 490. Fig. 491.

en ist. In diese Nuthen werden die aus Kohle oder einseitig platinirten Metall- gebildeten Elektrodenplatten 1, 2, 3 ... n derart eingesetzt, dass ihre freien in den zwischen zwei gegenüberstehenden Leisten liegenden Raum hineinreichen. ste und die letzte Elektrodenplatte ragen durch den Deckel B aus dem Troge A und tragen die Stromcontacte C und C^1. Die zu zersetzende Flüssigkeit wird das Rohr D in den Trog A eingeleitet und fliesst, nachdem sie denselben durch- hat, durch das Rohr E ab. Die Kochsalzlösung wird aus dem das Bleichgut enden Gefässe bei D in den Apparat eingeführt und muss ihren Weg zwischen echselständigen Elektroden in der Richtung der Pfeile nehmen. Die wechsel- gen Elektroden theilen den ganzen Apparat in eine Anzahl von Zellen und wirken

[1]) Eigenartig sind Erkrankungen der Arbeiter in solchen Fabriken. Herxheimer nkfurt behandelte 1899 einen solchen. Gesicht, Hals, Brust, Bauch und Rücken, sowie grenzenden Theile der Extremitäten waren bedeckt mit zahllosen Knoten und Knötchen edenster Grösse und Derbheit, die zum Theil excoriirt, zum Theil ulcerirt waren. Die en Knoten waren walnussgross und mit Eiter gefüllt. Ausserdem litt der Patient an , Auswurf, Schlaflosigkeit, Appetitmangel und Schwindel. Die Erkrankung erinnert an e Fälle von Jod- oder Bromakne und ist zweifellos als eine Chlorakne aufzufassen, da die Einwirkung freien Chlors zurückzuführen ist. Der Patient arbeitete in einem Raume, chem auf elektrochemischem Wege Kalihydrat und Chlorkalk dargestellt wurden welchen stets geringe Mengen freien Chlors drangen, da die völlige Abdichtung der te auf grosse Schwierigkeiten stiess. Ausser ihm erkrankten auch seine drei Mitarbeiter len gleichen Symptomen. Dass diese auffallende Erkrankungsform nicht etwa auf zu- ungünstige Localverhältnisse zurückzuführen sei, beweist die Mittheilung des Dr. Wolff sheim, dass er eine ganze Reihe von Patienten aus demselben Fabrikraum mit analogen ränderungen gesehen habe. — Da eine derartige Chlorwirkung bis jetzt trotz der aus- ten Anwendung des Gases in der Technik noch nicht beobachtet worden ist, so ist anzu- n, dass die Erkrankung nicht auf das Chlor selbst, sondern auf dessen Gehalt an Chlor- zurückzuführen sein dürfte, welche bei der elektrolytischen Abscheidung des Chlors sich t unbeträchtlicher Menge (bis zu 0,5 bis 0,8 Vol.-Proc.) bilden.

[2]) J. 1882, 380 u. 967; 1885, 967; 1886, 909; 1887, 1153; 1888, 1100; 1889, 1140; 111; 1891, 1117.

beiderseitig, so dass stets eine Seite jeder Elektrodenplatte als Anode, die ander als Kathode fungirt. Tritt der Strom bei C in die Elektrodenplatte 1 ein und aus der Platte n aus, so ist die Platte 1 Anode, die Platte 2 auf ihrer der 1 zugekehrten Seite Kathode, auf der anderen Seite Anode u. s. f. Wie erwähnt, die Leisten a und b dazu, in ihren Nuthen die Elektrodenplatten zu halten; ferr das freie Ende jeder Elektrode in den gegenüberliegenden, von zwei benach Leisten gebildeten Raum hinein und ist der Elektrolyt gezwungen, seinen Weg diese Spalten zwischen den Elektroden und den Leisten zu nehmen. Durch die ordnung wird jeder Stromverlust vermieden und verhält sich jede einzelne, vo Elektroden gebildete Zelle wie ein vollkommen abgeschlossenes Element. Angen man hätte eine Dynamomaschine von 99 Volt und 32 Ampère zur Verfügung, s zur Zersetzung von Kochsalz der Apparat 23 Elektrodenplatten haben, die zus 22 Zellen bilden; in jeder Zelle wird eine Spannung von 4,5 Volt herrschen u Strom von 32 Ampère hindurchgehen, man wird daher die Wirkung eines Strom 4,5 Volt und 704 Ampère erreichen. Strömt nun Kochsalzlösung bei D ein, s an allen Anodenseiten der Elektroden Chlor entwickelt und an allen Kathode Aetznatron gebildet. Die rasch durch den Apparat strömende Flüssigkeit brin das Chlor sofort mit dem Natriumhydrat zusammen, es wird unterchlorigsaures gebildet und der an den Kathoden frei werdende Wasserstoff in Folge der r Strömung unschädlich gemacht. Diese bleichende Lösung wird aus E wieder d Bleichgut enthaltenden Gefässe zugeführt, so dass ein steter Kreislauf der Flüs vom Bleichgefässe durch den Zersetzungsapparat ins Bleichgefäss stattfindet.

Knöfler (J. 1895) will eine Filterpressen ähnliche Vorrichtung verwend Der Apparat von Weiss (J. 1896) besteht aus zwei von einander isolirten elektroden $a\,a^1$ (Fig. 492 u. 493), welche aus in Netz- oder Siebform gebrachten drähten gebildet sind. Diese Elektrodenplatten $a\,a^1$ werden in das dreitheilige förmige Gefäss $b\,c\,d$ eingesetzt und den Mittelring c von einander isol halten, und zwar ist stets dar achten, dass die negative Elektro oberhalb der positiven Platte be Das untere Gefäss b ist mit einem stutzen b^1 versehen, durch welch Flüssigkeit (Kochsalzlösung) in den rat eingepumpt wird, während der Gefässkasten d einen Ueberlauf sitzt, über welchen die Bleichflüss ausläuft. Um die Oberfläche der Elektrodenplatten möglichst gross zu mach es vortheilhaft, die Netzmaschen möglichst fein zu machen, so dass die ges Flüssigkeit mit dem metallischen Platin in Berührung treten und daher auch volls zersetzt werden muss.

Fig. 492.

Fig. 493.

Nach Haas (J. 1899) werden die Elektroden E (Fig. 494 bis 496) doppe ausgebildet; die direct Strom enthaltenden Elektroden E_1 können über das Bad h ragen. Die Elektrodenplatten haben abwechselnd eine und zwei Reihen Durch löcher $A\,A_1$ in lothrechter Richtung. Der Apparat soll sich bewähren. (Vgl. Blei und Papier.)

Die Hypochloritbildung wurde besonders von Oettel (J. 1894), Woh (J. 1898) und Förster (J. 1899) studirt. Darnach findet bereits bei einer Spannung der gegen eine Wasserstoffelektrode von mindestens 1,2 Volt an eine Bildung von Hypochlorit Die Reaction verläuft bei den kleinen Spannungen von 1,2 bis 1,3 Volt annähernd quant vermuthlich nach der Gleichung

$$\overline{Cl} + \overline{O} (+ +) = \overline{ClO}.$$

Eine Hypochloritbildung in stärkerem Maasse tritt erst bei Spannungen oberhalb 2,1 Volt
Sie beruht auf einer secundären chemischen Einwirkung des abgeschiedenen Chlors auf
kali. Nach Oettel sollen hohe Stromdichten (etwa 1000 A. auf 1 qm) verwendet werden.
ibt sich auch bei gewöhnlicher Temperatur (20°) für die höchste erreichbare Concentration

Fig. 494. Fig. 495. Fig. 496.

bleichendes Chlor im Liter Lauge. Sobald diese Grenze erreicht ist, bewirkt fernere
iufuhr das Entstehen von Chlorat. Da somit nur schwache Hypochloritlösungen elektro-
hergestellt werden können, ist ein Transport der etwa in einer Fabrik so erzeugten
lüssigkeit an eine entfernte Verwendungsstelle ausgeschlossen; die elektrolytisch zu ge-
den Bleichlaugen müssen da, wo sie verbraucht werden sollen, auch hergestellt werden.
i sind verhältnissmässig grosse Flüssigkeitsmengen in kurzer Zeit mit sehr dichten
n zu elektrolysiren. In solchem Falle vertheilt man die Flüssigkeit oft auf eine Anzahl
einander geschalteter Zellen, wobei zur Erzielung einer bestimmten Stromwirkung
here Ströme, dafür aber nach Maassgabe der vorhandenen Zellenzahl höhere Spannungen
rlich werden. Dies hat noch insofern sein Gutes, als unter Umständen eine etwa vor-
e 110-Volt-Lichtmaschine Tags über für elektrolytische Zwecke benutzbar wird. Bei
zeugung von Bleichflüssigkeiten lässt sich die genannte Schaltweise und dementsprechend
wählende Zellenform sehr vereinfachen durch die Benutzung von sog. doppelpoligen
den oder Mittelleitern. — Das so erhaltene System wirkt elektrolytisch ebenso wie eine
l der durch die Mittelleiter abgetrennten Fächer gleiche Zahl hintereinander geschalteter
ellen, bedarf also derselben Spannung wie diese, erlaubt aber andererseits, statt einer
en Anzahl kleinerer Gefässe eine oder wenige grössere Elektrolysirzellen aufzustellen,
Material und Raum sehr zu sparen und ausserdem den grössten Theil der Contacte weg-
n, was für die Reinlichkeit und den ungestörten Verlauf des Betriebes von grosser Be-
g ist. Die Mittelleiter aus ganzen Platinblechen zu gestalten, erwies sich als ungeeignet,
e, wenn hinreichend stark, zu theuer, wenn aber sehr dünn, in hohem Grade dem Zer-
ausgesetzt sind. Es hat daher Kellner doppelpolige Elektroden aus Platin- oder dem
rheblich theueren Platiniridiumdraht hergestellt (S. 531). Die Anwendung von Spitzen-
anteneelektroden (S. 532) erscheint für die elektrolytische Herstellung von Hypochlorit-
en sehr zweckmässig, da sie die zur Erreichung möglichst günstiger Stromausnutzung als
tig erkannten hohen Stromdichten gewährleistet. Auch ist die für die anodischen Vor-
als werthvoll nachgewiesene leichte Möglichkeit des Austausches der unmittelbar an der
veränderten Lösung mit der Umgebung durch diese Anordnung gegeben. In dem gleichen
wirkt auch das dauernde Strömen des Elektrolyten an den Elektroden vorbei. Natürlich
die hohe Stromdichte sehr bald eine Temperatursteigerung im Elektrolyten, welche die
te verringern würde. Kellner lässt daher die Lösung ziemlich schnell das Gefäss
essen, führt sie dann zunächst durch eine Kühlanlage, welche ihr wieder eine Tempe-
on höchstens 20 bis 25° ertheilt, bringt sie darauf wieder zur Elektrolyse und setzt diesen
l fort, bis die Lauge den gewünschten Gehalt an Hypochlorit erlangt hat. Es wird eine
11proc. Steinsalzlösung benutzt, und in ihr ein Gehalt von etwa 1 g bleichendem
= 0,225 g Hypochloritsauerstoff auf 100 cc erzeugt und zwar mit 50 bis 70 Proc. Strom-
e. Nimmt man hiervon das Mittel und berücksichtigt, dass zwischen je zwei eine Zelle
en Elektroden eine Klemmenspannung von 5,75 Volt herrscht, so ergibt sich, dass
W-Stunden 138 k bleichendes Chlor, d. h. 13,8 cbm obiger Bleichlauge zu erzeugen ge-
, was mit der Angabe Engelhardt's über Betriebsergebnisse des Kellner'schen
ts stimmt; darnach wurden auf 1000 KW-Stunden 143 k bleichendes Chlor erzeugt in der
tration von 0,85 Proc. So sparsam auch bei dem Kellner'schen Verfahren das Platin

angewandt ist, so bedingt es doch einen sehr hohen Anschaffungspreis und eine hohe sation. Die Benutzung anderer Metalle als Elektrodenmaterial ist aber im vorliegend ausgeschlossen, nicht nur für die Anoden, sondern auch für die Kathoden. Kohlen ziemlich rasch angegriffen.

Alkalichlorat durch Elektrolyse. Die elektrolytische Herstell Kaliumchlorat wurde zuerst von Gall und Montlaur in Villers-sur-Herme eingeführt, unter Verwendung von Apparaten mit Diaphragmen. Das Kalium krystallisirt heraus, so wie es sich bildet und setzt sich in dem Bade ab, aus de es mit emaillirten Gusseisenlöffeln aussoggt. Der angewendete elektrische Str eine Stromstärke von 1000 Ampère und eine Spannung von 25 Volt, und zwar die elektromotorische Kraft in jedem Bade ungefähr 5 Volt beträgt (Theorie = In der Praxis braucht man 1 Pf. in 24 Stunden, um 1 k Kaliumchlorat zu er (J. 1889, 448.)

Die Chlorat-Werke zu St. Michel, etwa 11 km unterhalb Modane, wel Société d'Electrochimie zu Paris gehören, entnehmen nach Kershaw (J. der Are zwischen 3000 bis 4000 Pf. zur Herstellung von Kalium- und Natrium nach dem Gall und Montlaur-Process. In der Secunde werden 8 cbm Was 70 m Druck zum Turbinenhause geführt, um dort 12 Turbinen von 200 Pf. und 400 Pf. zu treiben. Jede derselben ist direct mit einem Thury-Dynamo gek der 300 Umdrehungen in der Minute macht. Die grösseren Maschinen liefern 100 und 200 Volt, die kleineren 500 Amp. und 200 Volt. Die gesammte nutzbar trische Kraft beträgt darnach 2000 KW. Das Verfahren besteht darin, dass die eines Alkalichlorides zwischen widerstandsfähigen Elektroden bei mässig hohe peratur elektrolysirt und das entstehende weniger lösliche Chlorat durch Ausk lisiren entfernt wird. Nach Gall und Montlaur wird der Process in mit Bl geschlagenen Bottichen von 50 cbm Inhalt, die durch Oelnäpfe vom Boden isoli ausgeführt. Die nur 1 mm dicken Anoden bestehen aus einer Platin-Iridiumle mit 90 Proc. Platin. Die Kathoden werden von einer Eisen-Nickellegirung g und sind mit Asbest überzogen, um den Wasserstoff zu entfernen. Bei dem Ver wie es ursprünglich ausgeführt wurde, benutzte man Diaphragmen von besondere struction, doch ist dasselbe zu Gunsten der offenen Kufen verlassen. Es wird mi Stromdichte von 465 Amp. gearbeitet. Dadurch wird die Temperatur im Elekt auf 45° gehalten, und man erspart die Zufuhr von Wärme, um die Umwandlu Hypochlorits in das Chlorat zu vollziehen. Von Zeit zu Zeit wird die elektro Lösung abgelassen, das Chlorat durch Krystallisation entfernt und der Elektrolyt auf die ursprüngliche Stärke gebracht. Um ein marktfähiges Product zu erziele das Chlorat umkrystallisirt werden. Die Société d'Electrochimie pr zu St. Michel und zu Vallorbes in der Schweiz, wo sie mit 3000 Pf. (Wasserkr.) a 1800 t Chlorat jährlich [1]).

Bei Darstellung von Alkalichlorat durch Elektrolyse einer Alkalic lösung ohne Diaphragma empfiehlt C. Kellner (J. 1896) Zusatz von Calcium Magnesiumhydrat. Zur Herstellung von Kaliumchlorat z. B. dient eine kalt ges Lösung von Chlorkalium, welcher soviel Kaliumhydrat (ungefähr 3 Proc.) zu

---

1) Nach Hasenclever (J. 1899) hat die Fabrikation von chlorsaurem Kali sov Schweden wie in der französischen Schweiz einen mächtigen Aufschwung genommen, billige Wasserkräfte zur Zersetzung von Chloralkalien ausgenutzt werden. Der Preis Erzeugnisses, welcher früher 100 bis 120 Mark für 100 k betrug, ist auf etwa 55 Mark ges Hierbei leiden indessen die neuen Fabriken mehr als die alten, welche eine ganze Rei Producten herstellen, und manche neue Werke sind dazu übergegangen, neben dem chlo Kali Calciumcarbid zu fabriciren.

dass ein grosser Theil von ihm ungelöst bleibt, wobei das zugesetzte Calcium- während der ganzen Dauer der Elektrolyse durch Bewegung in dem Elektrolyt dirt erhalten wird. Bei der Elektrolyse dieser Lösung wird nur Chlorkalium t, indem der verschwindend kleine Antheil in Lösung gegangenen Calciumhydrats n Betracht kommt. Das an der Anode in Freiheit gesetzte Chlor findet jedoch ie zu seiner Bindung erforderliche Menge von Calciumhydrat vor, während das brauchte Calciumhydrat sich durch neuerliche Auflösung einer geringen Menge spendirten Theilchen ersetzt. Die gebildeten Calcium-Chlorverbindungen setzen eilweise mit dem Chlorkalium in bekannter Weise in die entsprechenden Kalium- erbindungen bez. in Kaliumchlorat und in Chlorcalcium um, theilweise werden rch das an der Kathode gebildete Kaliumhydrat in die entsprechende Kalium- erbindung unter gleichzeitiger Rückbildung von Kaliumhydrat umgesetzt. Das der ersterwähnten Wechselzersetzung erstandene Chlorcalcium nimmt nun an romzersetzung Theil und liefert dabei an der Anode Chlor, an der Kathode m, das sich mit Wasser sofort zu Calciumhydrat verbindet, welches wieder in den s eintritt.

ach Schuckert & Cp. (J. 1895) wird in Bädern ohne Diaphragma und bei er Temperatur (zweckmässig von 40 bis 100° unter Anwendung von Strömen von s 1000 Amp. Stromdichte auf 1 qm) gearbeitet, doch wird als Elektrolyt eine concentrirte Chloralkalilösung verwendet, welche durch Zusatz von 1 bis 5 Proc. kohlensaurer Alkalien derart alkalisch gehalten wird, dass die Alkalität an der stets wesentlich von kohlensauren Alkalien herrührt. Durch letzteren Umstand icht nur das Auftreten der für die Anodenkohlen schädlichen freien Aetzalkalien den, sondern es wird auch eine höhere Chlorausbeute erzielt. Denn wegen ihrer Leitungsfähigkeit betheiligen sich freie Aetzalkalien bedeutend stärker an der eitung als Chloride und kohlensaure oder doppelkohlensaure Alkalien. Die carbonate werden allerdings auch durch den Strom zersetzt. Es bildet sich an thode Aetzalkali, an der Anode Sauerstoff und Kohlensäure. Diese Kohlensäure gt sich mit dem von der Kathode kommenden Aetzalkali zu Carbonat, in geringerer auch mit dem vorhandenen Carbonat zu Bicarbonat. Um bei einer gegebenen lichte möglichst viel Chlorid durch den Strom zu zersetzen, muss man den Gehalt ösung an Alkalicarbonaten so gering wählen, als die secundäre chemische Reaction loratbildung aus Alkalicarbonat und dem primär abgeschiedenen Chlor eben . Zur Ausführung des Verfahrens wird nun eine mit 2 bis 3 Proc. Kalium- onat versetzte, bei gewöhnlicher Temperatur gesättigte Lösung von Kaliumchlorid m Thon- oder Eisengefäss mit Platin- oder Kohlenelektroden unter zeitweisem en von Kohlensäure der Elektrolyse unterworfen, wobei man sich in Bezug auf tärke und Temperatur innerhalb der angegebenen Grenzen zu halten hat. An- h ist die Ausbeute an Chlorat am grössten und sinkt mit zunehmendem Gehalt orat. Man unterbricht daher den Process, sobald der Stromverbrauch für das zu bildende Chlorat eine durch die Kosten der Betriebskraft bestimmte Grenze hreitet. Die Lösung wird dann abgezogen und es krystallisirt der grösste Theil bildeten Kaliumchlorats aus. Die Mutterlauge geht von Neuem in den Betrieb . — Bei der Darstellung von chlorsaurem Natron wird die das Natrium- at enthaltende Kochsalzlösung eingedampft und das sich in der Wärme aus- ende Kochsalz ausgeschöpft. Dasselbe enthält stets etwas Natriumchlorat und achher zur Herstellung einer neuen Natriumchloridlösung für die Bäder ver- . Das Natriumchlorat wird aus der zurückbleibenden Mutterlauge gewonnen. n entsprechender Weise sollen auch Erdalkalichlorate hergestellt werden 96).

Zur elektrolytischen Gewinnung von Kaliumchlorat empfiehlt I (J. 1894) gusseiserne, als Kathoden dienende Zersetzungsgefässe *A* (Fig. 497), innen mit einer aus Cement und Sand bestehenden porösen Ausfütterung *B* sind. Die Ausfütterung wird dadurch porös gemacht, dass man der Cemen mischung Salz zufügt und letzteres nach erfolgter Abbind Cementes auslaugt. (Vgl. J. 1899, 328.) Als Anoden dienen bleche *C*. Die Gefässe werden in der aus der Figur ersic Art geschaltet. *D* sind Isolirringe. Durch *G* lässt man e kalihaltige Chlorkaliumlauge in das oberste Gefäss einfliesse Verbindungsrohre *E* aus nicht leitendem Materiale führ Flüssigkeit oben aus dem obersten Gefässe in die untersten keitsschichten des nächsten Gefässes, bis sie aus dem Ausfluss des letzten austreten kann. *I* sind Gasaustrittsrohre. Du legen von Dampfheizrohren oder durch die bei hoher Stro erzeugte Wärme hält man die Flüssigkeit auf der zur Chlorat geeigneten Temperatur.

Fig. 497.

Müller (J. 1899) fand, dass bei Gegenwart von Chr die Umwandlung von Hypochlorit in Chlorat eine starke B nigung erfährt. Es lag die Vermuthung nahe, dass auch Elektrolyse neutraler Chloralkalilösungen ohne Diaphragma die dal tretenden Hypochloritmengen schneller in Chlorat überzuführen und dadurch di die Reduction bedingten hohen Stromverluste zu vermeiden seien, wenn zu dem l lyten ein Zusatz von chromsaurem Kali gemacht wurde. Eine Lösung von 3 NaCl + 0,18 Proc. K_2CrO_4 wurde bei 42 bis 50° elektrolysirt. $D_K = 0,1$ $D_A = 0,0,75$ Amp./qc, Spannung 4,1 bis 4,7 V. Nach 20 Stunden enthielt di 17,92 g wirksamen Sauerstoff = 69,6 Proc. Stromausbeute. Derselbe Versu 10° 23 Stunden fortgesetzt, ergab eine noch bessere Stromausbeute; es hatt jedoch beträchtliche Mengen Perchlorat gebildet.

Wenn nach Oettel (J. 1894) Chlor von Kalilauge gelöst wird, so entsteht zunä unterchlorigsaures Salz. Sobald das freie Alkali zum grössten Theil verbraucht ist, beg Chlor auf das Hypochlorit einzuwirken, unter Bildung von Chlorat. Dieser Vorgang g Wärmezufuhr glatt weiter, so dass schliesslich die Flüssigkeit neutral reagirt und n Chlorat enthält, neben etwas freier unterchloriger Säure und überschüssigem, absorbirte Die zunächst entstandenen Producte, KOH und Cl, vereinigen sich zu KClO. Dieses der lebhaften Bewegung der Flüssigkeit sofort überall hin vertheilt und an der Kat grossen Mengen zu KCl reducirt. Der Rest speichert sich auf bis zu einem Gehalt, der gewählten Versuchsbedingungen abhängig ist, höchstens aber im Liter 17 g KClO bleichendes Chlor) beträgt. Auf dieses Hypochlorit wirkt nun das an der Anode ent Chlor ein, wobei sich die nachstehenden Reactionen abspielen:

$$KClO + 4Cl + 2H_2O = KClO_3 + 4HCl.$$
$$HCl + KClO = KCl + HClO.$$
$$HCl + HClO = 2Cl + H_2O.$$

Die Bildung des Chlorats erfolgt also nur bei Gegenwart von überschüssigem welches in den Process eingreift, sich aber wieder regenerirt. Ferner zeigen die Glei auch, wie die stets vorhandene freie unterchlorige Säure entsteht, für deren Auftreten Anschauungsweise keine Erklärung gibt. — Nach den Versuchen muss man folgende rungen aufstellen, wenn man eine möglichst günstige Ausbeute an Chlorat erzielen will zunächst gebildete Hypochlorit muss von der Kathode fern gehalten werden, damit ke luste durch Reduction entstehen, und 2. der Anode darf nicht eher von der Kathode h KHO zugeführt werden, bis das vorhandene Hypochlorit in Chlorat übergeführt worden

Ferner empfiehlt Oettel (J. 1895) eine 20proc. Chlorkaliumlösung mit 2 Proc. Aetzl setzt. Als Kathoden dienten zwei Nickelbleche, als Anode ein Platinblech. $D_a = D_k = 7$ Durch Einstellen des Gefässes in kaltes Wasser wurde die Temperatur auf 15 bis 22° e Nach einigen Stunden war die Lösung mit $KClO_3$ gesättigt, worauf sich dieses Salz in krystallinischer Form ausschied. Ein ganz kleiner Theil desselben setzte sich an die El

überwiegende Menge fiel auf den Boden des Zersetzungsgefässes, von wo es ab und zu ggt wurde unter Nachsetzen von KCl. Es konnte so ohne alle Schwierigkeiten eine Menge $KClO_3$ erhalten werden. Das ausgesoggte Salz wies nach dem Absaugen und ligem Waschen mit kaltgesättigter $KClO_3$-Lösung schon eine sehr hohe Reinheit auf. zige Nachtheil des Verfahrens beruht in der Verwendung von Platinanoden. Um mög- n Platin zu sparen, wird man mit sehr hoher D_a arbeiten müssen. Nimmt man die Bad- ng zu 3,3 Volt, die Stromausbeute zu 52 Proc. an, so ergibt sich für 1 Stunde und dekraft von 736 Volt-Amp. eine Production von 88,14 g $KClO_3$, oder 1 k $KClO_3$ erfordert raftaufwand von $11^1/_3$ eff. Pferdekraftstunden.

ie Bildung des chlorsauren Natriums erfolgt im Grossen und Ganzen genau so wie Kaliumsalzes. Abweichungen zeigen sich in zwei Punkten: einmal wirkt die Gegenwart OH in höherem Grade chloratbildend, als die äquivalente Menge KOH; dann aber auch ortwährend der Wasserzersetzung bewirkende Antheil des Stromes, weil das gebildete sich nicht ausscheidet, sondern, seiner Anhäufung entsprechend, in steigendem Maasse Stromleitung mit theilnimmt. Ein wesentlich anderes Bild zeigt sich bei der Darstellung orsauren Calciums, wo Stromausbeuten bis zu 87 Proc. beobachtet wurden.

ettel will ferner (J. 1898) die elektrolytische Chloratbildung auf zwei verschiedene e zurückführen, die theilweise neben einander herlaufen: a) Chloratbildung über pochlorit hinweg. Aus den zunächst entstandenen Producten, Alkalihydroxyd und Chlor, ich Hypochlorit, welches durch weitere Einwirkung von Chlor, z. Th. auch durch directe ytische Oxydation, in Chlorat übergeführt wird. — b) Directe Chloratbildung durch lbare Vereinigung von Chlor und Sauerstoff während ihrer gleichzeitigen Abscheidung Anode. — In neutraler Lösung vollzieht sich vorwiegend die Reaction a), in schwach her Lösung spielen sich beide Processe nebeneinander ab, in stärker alkalischer herrscht ction b) vor, während a) nahezu völlig zurücktritt, überall gleiche Anodenstromdichte esetzt. Bei den Chlorcalciumlösungen handelt es sich um die Reaction a). Dabei zeigen ungen die Tendenz, durch freie unterchlorige Säure schwach sauer zu werden, während den Alkalichloridlösungen von der Lage der Elektroden und der benutzten Stromstärke , ob der Beharrungszustand bei einem geringen Ueberschuss an freiem Alkali oder an Chlor eintritt.

. Vaubel (J. 1898) hat die Beobachtung gemacht, dass unter Anwendung eines gmas, sowie von Bicarbonatlösung als Anodenflüssigkeit und Chloridlösung als Kathoden- eit das durch den Strom nach der Anode geführte Chlor vollständig in Chlorat über- wird, ohne dass sich Chlorid in nennenswerther Menge nebenbei bildet. Die Reaction ch folgender Gleichung vor sich:

$$\overset{-\,+}{NaCl} + 6\overset{(5)-\,+}{NaHCO_3} = NaClO_3 + 6\overset{+}{CO_2} + 6\overset{-}{Na} + 3H_2O.$$

ind die an der Anode sich ausscheidenden Bestandtheile mit +, die an der Kathode bezeichnet.

ersuche von Förster (J. 1899) ergaben, dass beim Einleiten von Chlor in Alkalihydrat- n so lange nur Hypochlorit entstand, als noch kein überschüssiges Chlor vorhanden war. er solches auf, so erfolgt je nach der Hypochloritconcentration mehr oder weniger rasch lständig ein Uebergang des Hypochlorits in Chlorat. Nur oberhalb 70°, besonders aber er 90°, kann auch ohne Chlorüberschuss eine Chloratbildung im Sinne der Gleichung = $2KCl + KO_3Cl$ mit nennenswerther Geschwindigkeit von statten gehen; sie ist aber n einer Entwickelung von Sauerstoff begleitet. Die Wirkung des Chlorüberschusses auf pochloritlösung beruht auf einer dadurch hervorgebrachten schwachen Ansäuerung; man e Chloratbildung durch geringe Säurezusätze zu neutralen Hypochloritlösungen in ganz n Weise herbeiführen. Es wird hierbei eine kleine Menge freier unterchloriger Säure ieden, und diese wirkt oxydirend ein auf Hypochlorite, wie auf Chloride:

$$2HOCl + \overset{+}{Na} + \overset{-}{ClO} = \overset{+}{Na} + \overset{-}{ClO_3} + 2\overset{+}{H} + 2\overset{-}{Cl}.$$

$$3HOCl + \overset{+}{Na} + \overset{-}{Cl} = \overset{+}{Na} + \overset{-}{ClO_3} + 3\overset{+}{H} + 3\overset{-}{Cl}.$$

ie dabei entstehende freie Salzsäure scheidet neue unterchlorige Säure ab oder gibt, e nicht genug Hypochlorit dazu vorfindet, mit noch vorhandener unterchloriger Säure hlor:

$$HOCl + \overset{+}{H} + \overset{-}{Cl} = H_2O + Cl_2.$$

lektrolytische Versuche ergaben, dass bei niederer Temperatur das Hypochlorit anfangs ssig mit fortschreitender Elektrolyse ansteigt, bald aber immer langsamer zunimmt, und lliesslich seine Menge in der Lösung sich nicht mehr ändert. Dagegen ist die Chlorat- so lange eine äusserst schwache, als die Hypochloritbildung noch ansteigt; je mehr

diese aber nachlässt, um so mehr tritt Chloratbildung auf, und von dem Augenblicke welchem die Hypochloritmenge constant wird, verläuft die Chloratcurve geradlinig schr oben, d. h. das Chlorat, als nunmehr scheinbar einziges Product der Elektrolyse in der nimmt seiner Menge nach proportional der Zeit zu (bis der Verlauf durch Perchlorat gestört wird). Diese Ergebnisse lassen sich so deuten, dass das Hypochlorit als erstes der Elektrolyse entsteht und das Ausgangsproduct für die Chloratbildung abgibt. Je me Concentration steigt, um so schneller vermag es in Chlorat überzugehen, und der Zeitpu welchem an diese constant wird, ist der, bei welchem Neubildung von Hypochlorit u brauch desselben sich die Wage halten. Darnach sind die für die elektrolytische ratgewinnung wichtigsten Umstände: 1. Unterdrückung der kathodischen Reductio durch Bildung von Kalkhydrat, oder nach Müller durch Zusatz von Kaliumchro Lösung); 2. schwache Ansäuerung der Lösung zur Erzeugung freier unterchloriger 3. Anwendung genügend grosser Lösungsvolumina im Verhältniss zur Stromstärke u Durchrührung der Elektrolyten, um die secundären, der Zeit bedürfenden Vorgänge m vollständig zu machen; 4. Anwendung von Temperaturen von mindestens 40°, einmal zur rung des soeben erwähnten Zweckes, ferner zur Ersparniss an Spannung und endlich meidung der Perchloratbildung. — Es wird also auch ein brauchbares Chloratverfahr wenn man einer Alkalichloridlösung Kaliumchromat zusetzt und während der Elektrolys 40° warme Lösung einen langsamen Strom von Kohlensäure leitet. In der That war a Weise eine Stromausbeute von 72 Proc. zu erhalten, und es wäre nicht unmöglich, das Betrag sich noch steigern liesse.

Perchlorate lassen sich nach Förster (J. 1898) elektrolytisch lei Chloraten darstellen. Man benutzt hierzu am besten eine 50proc. Lösung von N chlorat in neutraler Lösung, eine Stromdichte von 8 Amp. auf 1 qdm, eine Sp von 4,5 Volt. Die Stromausbeute betrug bis zu 98 Proc. der theoretischen. Zusatz von Chlorkalium lässt sich das schwer lösliche Kaliumperchlorat ausfälle saurer Lösung entsteht ebenfalls Perchlorat, doch macht sich hier die Reductionsw des Stromes unliebsam bemerkbar; in alkalischer Lösung ging die Oxydationsw bald sehr stark zurück, weshalb die unmittelbare Gewinnung von Perchlorat Alkalichloriden nicht recht thunlich erscheint.

Alkalipercarbonate. Elektrolysirt man nach Constam, v. H und Aluminium-Industrie-Actiengesellschaft (J. 1897) Lösung Alkalicarbonate bez. des kohlensauren Ammoniums, welche bei —10° mit d treffenden Salzen gesättigt sind, bei Temperaturen von —10 bis —16°, so bild in der Nähe der Anoden Salze mit stark oxydirenden Eigenschaften, Percar während an den Kathoden Alkalioxydhydrate bez. Ammoniak erzeugt werden. erzeugten Salze der Ueberkohlensäure besitzen die allgemeine Formel:

```
  ___O — M
C = O
  \___O
      |
  ___O
C = O
  \___O — M.
```

Es wird angenommen, dass in den sehr concentrirten Lösungen die gelösten partiell dissociirt sind in die Anionen MCO_3 (wobei M ein Alkalimetall bez. Amm bedeuten möge) und in die Kathionen M, und dass bei der Elektrolyse durch Verei der in den Anodenräumen befindlichen Molecülreste MCO_3 mit einander die ob nannten Molecüle $M_2C_2O_6$ der neuen Körper, der Percarbonate, erzeugt werd Man bringt eine bei — 10° gesättigte Lösung von Potasche in ein Glasgefäss welches auf — 16° abgekühlt wird. Als Diaphragma wird eine Thonzelle, als K Platinblech, als Anode Platindraht oder -blech verwendet. Hierauf leitet m Strom aus beispielsweise 6 Accumulatoren durch die Lösung und regelt den Wide

ss keine Temperaturerhöhung eintritt. Die bezügliche Stromstärke beträgt ır 3 Amp., die Badspannung ist ungefähr gleich 5 Volt. Nach einiger Zeit scheidet dem Anodenraum ein bläulich gefärbtes, amorphes Salz aus, welches (wegen der ınden Wirkung des Wassers von Zimmertemperatur) sehr rasch abfiltrirt und ge-t werden muss. Das so gewonnene Salz ist das überkohlensaure Kalium, $K_2C_2O_6$, gt mit mehr oder weniger Potasche und Kaliumbicarbonat. — Bei der Darstellung zes in der angegebenen Weise kann man die Stromdichte variiren lassen von 1 Amp. auf 1 qd Anodenfläche; auch kann man die Elektrolyse ohne Diaphragma en. Die Platinelektroden lassen sich ersetzen durch solche aus anderem ge-ı widerstandsfähigen Material.

as überkohlensaure Kalium ist, wie die Percarbonate überhaupt, ein kräftiges ionsmittel. Mit Wasser von Zimmertemperatur zusammengebracht, entwickelt rstoff und etwas Kohlensäure; mit Säuren gibt es Sauerstoff nebst Kohlensäure, tets etwas Wasserstoffsuperoxyd gebildet wird; mit Kalilauge Sauerstoff allein. seiner oxydirenden Eigenschaften ist das Kaliumpercarbonat ein Bleich-l. Es entfärbt Indigolösung und bleicht Baumwolle, Wolle, Seide, Haare, Federn Es kann deshalb an Stelle von Kaliumpermanganat, Natriumsuperoxyd, Wasser-eroxyd, Ammoniumpersulfat u. dgl. als Bleich- und Oxydationsmittel Verwen-nden.

ach Hansen (J. 1896 u. 1897) erhält man so ein Salz mit einem Gehalt von 93 Proc. an Percarbonat. Die Stromausbeute ist 2,2 bis 2,4 g festes Salz für père-Stunde. Das gut abgesaugte Salz wird nun auf einer Thonplatte ausge-ı und dann in einem getrockneten Luftstrom getrocknet. Man erreicht so eine ınellere Trocknung wie im Exsiccator. Nach langem Liegenlassen in letzterem Proben des Salzes noch 2 bis 4,3 Proc. Wasser, während sie nach 12stündigem len in einem langsamen mit Schwefelsäure und Chlorcalcium getrockneten Luft-raum 0,6 bis 0,8 Proc. Feuchtigkeit mehr enthielten. Gegen Ende der Operation e Luft auf etwa 40° erwärmt werden. Bei höherer Temperatur tritt langsam ung ein; nach 1stündigem Erhitzen in einem Luftstrom von 100° hatte der Gehalt carbonat um 6 Proc. abgenommen, nach 2 Stunden um weitere 10 Proc.

lkalipersulfate. Nach Löwenherz (J. 1895) wird Natriumsulfatlösung poröse Zelle, z. B. Thonzelle gebracht, welche in einem mit Schwefelsäure ge-Behälter steht. Der negative Pol der Leitung befindet sich in der Schwefel-der positive Pol in der Lösung des schwefelsauren Salzes. Wird nun ein ge-r elektrischer Strom hindurchgeführt, so bildet sich das überschwefelsaure Salz. ın das schwefelsaure bez. saure schwefelsaure Salz noch mit Schwefelsäure ver-werden, doch ist dies deshalb nicht nothwendig, weil die Schwefelsäure aus dem onzelle umgebenden Behälter durch die Wandung des letzteren diffundirt. Von ı Zeit wird zur Neutralisirung der in der Thonzelle nach Bildung des über-elsauren Salzes befindlichen Lösung kohlensaures Natron, und zwar in festem de zugesetzt. Es sollen bei 15 Volt 3 Amp. auf 1 qc der positiven Elektroden-angewendet werden. Es wurden aber auch mit 6 Amp. auf 1 qc angeblich noch esultate erzielt. Ein poröser Thoncylinder wird in ein Gefäss von gleicher Höhe wa dreifachem Inhalt gestellt. Der äussere Raum wird mit einer Schwefelsäure llt, die ungefähr 1 Vol. Schwefelsäure auf 1 Vol. Wasser enthält; zu derselben weckmässig von Zeit zu Zeit neue Säure gegossen bez. die ganze Säure erneuert. egative Elektrode wird durch das äussere Gefäss selbst gebildet, welches von her gekühlt wird. In der Thonzelle befindet sich die positive Elektrode, die mässig aus einem Platindraht oder einem kleinen Platinblech besteht. Der Inhalt onzelle wird ebenfalls durch Rohre gekühlt, die von kaltem Wasser durchströmt

sind. In die Thonzelle wird eine gesättigte Lösung von saurem schwefe Natron bez. schwefelsaurem Natron und etwas Schwefelsäure gegossen und d Strom geschlossen. Von Zeit zu Zeit wird mit festem kohlensauren Natron lisirt. Man kann so die Elektrolyse 12 Stunden und länger ohne Unterb gehen lassen. Ist der untere Theil der Thonzelle von abgeschiedenem N persulfat angefüllt, so filtrirt man es ab bez. giesst die überstehende Flüssi eine andere Zelle.

Das Natriumpersulfat hat die Eigenschaft, bei oxydationsfähigen Körp Oxydation einzuleiten und ist insbesondere deshalb für diese Oxydationspr von grossem Vortheil, weil das dabei entstehende Natriumsulfat keine schädlic flüsse auf die zu oxydirende Masse ausübt und weil man durch entsprechende von Substanzen, wie Natriumcarbonat und Natriumacetat, die bei der Oxydati werdende Schwefelsäure binden kann. Wegen der erwähnten Eigenschaften k Natriumpersulfat für Bleicherei jeder Art, z. B. auch Zuckerbleichu Titrirzwecke und speciell für medicinische Zwecke sowie als Antisepticu wendet werden. Zur Erläuterung dieser Wirkung sei die Formel angeführt, n die Umsetzung und Zersetzung erfolgt:

$$Na_2S_2O_8 + H_2O = Na_2SO_4 + H_2SO_4 + O.$$

Deissler (J. 1899) will Alkalipersulfat (und Alkalipermanganat elektrolytische Oxydation von Alkalisulfat (und Alkalimanganat) ohne Benutzu Scheidewänden darstellen, indem er die reducirende Wirkung des Wasserstoffs verhindert, dass er die Kathodenflüssigkeit von den Oxydationsproducten fr Diesen Zweck erreicht man dadurch, dass man die Anode mit einer Lösung von spec. Gewichte und die Kathode mit einer Lösung von geringem spec. Gewic gibt, indem man die leichtere Flüssigkeit über die schwere Flüssigkeit schicht dass man dafür Sorge trägt, dass dieser Zustand während der elektrolytischen Ox erhalten bleibt. Der verwendete Apparat besteht aus einem Gefäss, in dessen u Theil die Anode, im oberen Theile die Kathode sich befindet.

Nach Elbs (J. 1897) hat freie Ueberschwefelsäure keine technische Verw gefunden. Von den Salzen der Ueberschwefelsäure ist das wichtigste das Ammo persulfat, das durch Elektrolyse einer gesättigten Lösung von Ammoniu leicht darzustellen ist gemäss der Formel:

$$(NH_4)_2SO_4 = (\overset{+}{NH_4}) + (\overset{-}{NH_4SO_4}),$$

$$2(\overset{-}{NH_4SO_4}) = (NH_4)_2S_2O_8.$$

Ammoniumpersulfat bildet weisse Krystalle, ist in trockenem Zustande selbst b beständig, feucht dagegen zersetzt es sich langsam schon bei Zimmerwärme unter Abg stark ozonisirtem Sauerstoff:

$$(NH_4)_2S_2O_8 + H_2O = 2NH_4HSO_4 + O.$$

2 Th. kaltes Wasser lösen 1 Th. Salz; dasselbe ist aus Wasser von 60° umkrystal — Ammoniumpersulfat mit einer Lösung von Anilinsulfat erwärmt, gibt Anilinschwarz mit Natriumacetat versetzte Fuchsinlösung wird gebleicht. Eine Mangansulfatlösung Braunstein aus, gemäss der Gleichung:

$$MnSO_4 + (NH_4)_2S_2O_8 + 2H_2O = MnO_2 + H_2SO_4 + 2NH_4HSO_4.$$

Aus einer Lösung von Kaliumcarbonat wird ein dicker krystallinischer Niedersch Kaliumpersulfat gefällt. Kein Salz der Ueberschwefelsäure ist unlöslich, Kaliump ist schwer-, alle übrigen Salze sind leichtlöslich. — In grösserer Menge lässt sich nur Amn persulfat vortheilhaft herstellen. Ob es als Bleichmittel zweckmässige Verwendung kann, ist fraglich. Dagegen hat die Fähigkeit derselben, direct Hydroxyl in den Ben einzuführen, technische Anwendung gefunden. o-Nitrophenol wird in alkalischer Lös Nitrohydrochinon oxydirt. Analog wird Salicylsäure zu Hydrochinoncarbonsäure bez. katechincarbonsäure oxydirt (Schering); ferner Oxyanthrachinon zu Alizarin; Aliz

ı, Alizarinbordeaux, Alizarincyanin (Bayer & Cp.). Weiterhin ist Ammoniumpersulfat ılagen als Zusatz zum Cyankalium bei der Goldlaugerei:

$$4KCN + 2Au + H_2O + O = 2KAu(CN)_2 + 2KOH.$$

att der langsameren Einwirkung des Luftsauerstoffs die Oxydation zu überlassen, wird sch und gut durch Persulfat bewirkt:

$$4KCN + 2Au + (NH_4)_2S_2O_8 = 2KAu(CN)_2 + (NH_4)_2SO_4 + K_2SO_4.$$

Brom.

as Brom findet sich im Meerwasser; 1 *l* desselben enthält etwa 0,06 g Brom. ıtterlaugen mehrerer Salinen (z. B. Schönebeck), sowie die Mutterlauge von der eitung der Stassfurter Kalisalze (S. 451) sind reich an Brom.

ach dem Verfahren von A. Frank[1]) geschieht die Destillation der Brommutter- nit Braunstein und Schwefelsäure in grossen würfelförmigen Steingefässen von cbm Inhalt. In einiger Entfernung von dem Boden ist eine durchlöcherte von demselben Stein eingefügt, auf welcher der Braunstein in nussgrossen n aufgeschichtet wird. Die Steinkufe wird durch eine Platte von demselben l geschlossen, welche mittels eines über eine Rolle geschlungenen Seiles mit ewicht gehoben wird. In dieser Platte sitzt ein dickes Steinzeugrohr für die ung von Wasserdampf; sie ist überdies mit einem Mannloch sowie mit einer g zum Eingiessen der Bromlauge und der verdünnten Schwefelsäure versehen t eine Oeffnung, durch welche die in Freiheit gesetzten Bromdämpfe entweichen . Die Beschickung mit Bromlauge und Schwefelsäure erfolgt durch eine der Oeffnungen in dem Steindeckel, welche unmittelbar nach dem Einfüllen durch honballen geschlossen wird. Sobald der Apparat in geeigneter Weise „ver- ist, lässt man den Wasserdampf einströmen und alsbald entweichen reichliche ı von Bromdämpfen durch das in die zweite Oeffnung der Steinplatte eingefügte r, welches nach einer von kaltem Wasser umspülten Kühlschlange aus Stein- hrt, in welcher sich das Brom verdichtet. Das untere Ende der Kühlschlange mittels eines gebogenen Glasvorstosses in die mittlere Tubulatur einer grossen sigen Woulff'schen Flasche, in welcher sich Brom und Bromwasser an- n.

ei dem von den Vereinigten chemischen Fabriken in Leopoldshall ver- en Apparate fliesst die heisse, Brom haltige Lauge durch das mit hydraulischem uss versehene Rohr *a* (Fig. 498 S. 562) zunächst in eine quer durch die ganze des Thurmes *A* reichende Trommel *b* aus Thon oder Sandstein, welche an jeder it einer Reihe schräg nach unten gerichteter Löcher versehen ist. Unter dieser el befindet sich eine dicht eingekittete, wagrechte Sandsteinplatte *e*, in welcher h conisch geformte, unten schräg abgeschnittene, oben mit einem Schlitz ver- Thonröhren (Fig. 499) mit der schrägen Spitze nach unten eingekittet sind, d der obere Theil frei und in gleicher Höhe hervorragt. Die Röhren sind so , dass jeder aus den Oeffnungen der Trommel *b* austretende Flüssigkeitsstrahl in um zwischen zwei Reihen der Röhrchen trifft. Die Lauge vertheilt sich gleich- über die Platte, fliesst durch die Schlitze der Röhrchen und von deren Spitzen en Strahlen auf die den Thurm nahezu bis oben anfüllenden Kugeln. Die ent- en Dämpfe werden durch Rohr *o* der in dem Kühlgefäss *p* stehenden Thon- e zugeführt und das verflüssigte Brom sammelt sich in der Flasche *q*. In dem er *B* liegen vier an 3 Wänden dicht anschliessende, an der 4. Wand dagegen schmalen Schlitz lassende Sandsteinplatten *s* über einander. Die Schlitze be-

---

J. 1871, 292; 1880, 328; 1883, 369.

finden sich abwechselnd an zwei gegenüber liegenden Wänden; ausserdem
Platte mit einer Reihe kleiner Löcher versehen. In der Mitte des Apparates
oben mit der Dampfleitung in Verbindung zu setzender, sämmtliche Platte
dringender, durchbohrter Sandsteinstutzen *g*. Derselbe setzt sich auf einen a

Fig. 498. Fig. 499.

liegenden und quer durch den Apparat reichenden, ebenfalls mit Bohrung in de
richtung und ausserdem mit in regelmässigen Entfernungen angeordneten Seitenöf
versehenen Sandsteinstutzen *r* dicht auf. Die durch den Thurm *A* rieselnde
sammelt sich unter dem Siebboden *c*, gelangt von hier durch Rohr *z* in den Ap
und fliesst nun im Zickzack in der durch die Pfeile angedeuteten Richtung v
nach unten über sämmtliche Platten, um vom Boden ab durch das aufsteigende
in den Abflusskanal *k* zu gelangen. Der Apparat ist also fortwährend etwa
Spitze des Rohres *z* mit Flüssigkeit angefüllt. Gleichzeitig wird durch Roh
spannter Wasserdampf zugeleitet, welcher die Lauge beständig im Sieden erhäl
entwickelten Dämpfe steigen vorzugsweise durch die Löcher der Platten *s* na
und zwingen so die Lauge, ihren Weg über die Platten fort durch die Sch
nehmen. Durch den Apparat wird die Lauge von anhängenden geringen Menge
Chlors und Broms vollständig befreit. Die Dämpfe sammeln sich in dem
Theile des Apparates, vermischen sich dort mit dem durch das punktirt gez
Rohr *l* aus dem Waschapparate *D* zugeführten Chlorgase, steigen durch das n
nügend freien Querschnitt bietende Rohr *z* in den Thurm *A* zurück und durchst
denselben von unten nach oben. In das Gefäss *n* taucht ein mittels Bügel
Stange *t* drehbar aufgehängtes Thonrohr *d* ein. Oberhalb der Einmündung des R
liegt ein durchlöcherter Boden und darauf bis oben hin eine Füllung von Eisen
Diese sind mit einem zweiten Siebboden bedeckt, auf welchen durch Roh
schwacher Wasserstrahl geleitet wird. Die nicht im Kühler *p* verdichteten

ı nun von unten in die durch Wasser berieselten Eisenspäne; alles Chlor und wird absorbirt und die abtropfende Lauge fliesst durch Rohr *v* fortwährend in fäss *w*, während Luft und Wasserdämpfe aus der oberen Oeffnung des Rohres *d* ndert entweichen. Zur Erlangung des unbedingt erforderlichen gleichmässigen tromes ist in die mit dem Chlorentwickler verbundene Rohrleitung *m* ein recht- g gebogenes, an seiner tiefsten Stelle mit einem Tubus versehenes Glasrohr *h* ein- ltet, so dass die sich während des Betriebes hier angesammelte geringe Menge sirten Wassers durch den mit der Tubulatur verbundenen Kautschukschlauch *u* in aschapparat *D* fliesst.

ur Darstellung von Brom aus Carnallitmutterlaugen vermischte ılzbergwerk Neustassfurt (J. 1889) dieselben mit Magnesiableichflüssig- ie sie durch Einwirkung von Chlor auf in Wasser vertheilte Magnesia gewonnen setzte eine Säure zu und destillirte das Brom durch Einströmung von Wasser- ab:

$$Mg(ClO_3)_2 + 6MgBr_2 + 12HCl = 7MgCl_2 + 6H_2O + 12Br.$$

as neue Verfahren desselben Salzwerks (J. 1899) besteht darin, dass man om durch eine abzumessende und somit genau zu regelnde Menge flüssigen Chlors cht. Bei allen bisher üblichen Verfahren arbeitet man mit einem Ueberschuss offen, was bei der Bromgewinnung mittels flüssigen Chlors vermieden wird. Das wird an seinem Erzeugungsorte in bekannter Weise comprimirt und in flüssiger n stählernen Flaschen nach der Bromfabrik gebracht. Hier wird einer gemessenen Lauge, deren Bromgehalt bestimmt wurde, genau die zum Freimachen des Broms Menge Chlor zugesetzt. Das Abmessen des Chlors geschieht am besten in der dass man an die Chlorflaschen ein pipettenförmiges, starkwandiges Glasgefäss aubt, das auf der einen Seite mit einem Gewinde, auf der anderen mit einem Hahn en ist, und dann daraus die so genau gemessene Menge Chlor der Lauge zufliessen Enthält z. B. das Glasgefäss 1 *l* Chlor vom spec. Gewicht 1,33, so werden 3 k freigemacht; bei einem Gehalt von 3 g Brom im Liter Lauge ist mithin das quantum auf 1 cbm zu bemessen. Man kann auch das Chlor in getheilte Glas- füllen und so einer bestimmten Laugenmenge das berechnete Chlor zumessen. ermischen des Chlors mit der Lauge geschieht leicht dadurch, dass man ersteres s-, Thon- oder Steinröhren am Boden des mit Lauge gefüllten Gefässes eintreten Das Abdestilliren des Broms erfolgt dann in bekannter Weise durch directen . Es ist auch möglich, in mit Kugeln u. s. w. ausgesetzten Thürmen das Mischen bdestilliren vorzunehmen.

ach Kossuth (J. 1899) hat sich gezeigt, dass bei der elektrolytischen eidung von Brom aus Laugen der Chlorkaliumfabriken, welche neben über- den Mengen Chloriden nur geringe Mengen Bromide (als Brommagnesium) ent- , die Anwendung der Diaphragmen überflüssig ist. Die angewendeten Endlaugen hlorkaliumfabriken hatten folgende Zusammensetzung: etwa 40 Proc. Chlor- sium, 0,5 bis 1 Proc. Chlornatrium, 0,5 bis 1 Proc. Chlorkalium, 2 bis 4 Proc. felsaure Magnesia, 0,2 bis 0,3 Proc. Brom, welches sich als Brommagnesium vor- Elektrolysirt man diese Lauge ohne Vorrichtung zur Trennung der Kathoden- von der Anodenlauge, wobei man durch zweckmässige Circulation letztere beiden ermischen lassen kann, so ist die Elektrolyse leicht so zu leiten, dass alles Brom ird und auch in solchem Zustande verbleibt, ohne sich zu Bromsauerstoffsalzen um- en. Die Zersetzung der Lauge kann demnach in ähnlichen Apparaten erfolgen, e zur Darstellung von Bleichflüssigkeiten in Anwendung sind. Das freigemachte setzt sich zum grössten Theile mit dem in der Lauge noch nicht zersetzten Brom- esium unter Freiwerden von Brom zu Chlormagnesium um. Das freigemachte

Brom bleibt in der Lauge gelöst und wird dann in einem besonderen Destillations
durch Destillation gewonnen.

In einem wasserdichten, offenen Holzkasten, innen 2 m lang, 0,73 m breit und 0,
wurden z. B. Kohlenelektroden eingebaut. Die Elektrodenwände waren 70 cm breit, 25
und 1,8 cm dick. Die Wände bestanden aus einzelnen Stücken, welche dicht ohne ein
Verbindung an einander gestellt waren. Nur die Theile der ersten und letzten Elektro
waren, unter einander elektrisch gut leitend, oben durch Metall verbunden, und es w
eine dieser Wände mit dem positiven, die andere mit dem negativen Pol der Elektricit
verbunden. Die einzelnen Elektrodenwände wirkten demnach nach dem Princip
Mittelschalters, indem die eine Seite einer Elektrodenwand die Eigenschaften einer Kath
die andere diejenigen einer Anode zeigte. Die Elektrodenwände hatten einen Abst
13 mm und waren im Interesse einer vollständigen Circulation der Lauge abwechselnd a
Seitenwand des Kastens angelehnt, so dass zwischen ihr und der anderen Seitenwand e
raum von 3 cm blieb. Die zu zersetzende Lauge fliesst, ihren Weg zwischen den e
Elektrodenwänden hindurch nehmend, durch den Kasten zunächst in einen Behälter, in
sie sich vollständig klärt von dem Magnesiumhydroxydschaum, um dann je nach Beda
Destillationsgefässe abgelassen zu werden. — Die Zersetzung erfolgt zweckmässig m
Spannung von 3 bis 3,5 Volt, so dass bei 30 hintereinander geschalteten Elektroden
mindestens $3 \times 30 = 90$ Volt Spannung angewendet wurden. Bei dieser Spannung be
Stromausbeute, bezogen auf frei gemachtes Brom, 50 Proc. der theoretischen, während
Anwendung geringerer Spannung bedeutend weniger betrug. Erforderlich ist es, dieser I
des Stromes entsprechend, die Menge der Lauge, welche den Zersetzungsapparat durchfl
bemessen. Wenn zu viel Lauge durchfliesst, wird nicht genügend Brom frei gemach
Durchfliessen zu geringer Laugenmengen entstehen Bromverluste durch Bildung von Br
— Von der Temperatur der zu zersetzenden Lauge war der Erfolg unabhängig, da inner
Grenzen von 16 bis 75° gleiche Ampèrestunden gleiche Mengen Brom lieferten, nämlich 1
stunde 1,5 g. Bei einer Lauge von 60° Wärme war die Stromstärke und somit auch di
dichte etwa doppelt so gross als bei Lauge von 20° Wärme. Die Stromstärke betrug
25 bis 30 Ampère und bei 60° 60 bis 65 Ampère und die Elektrodenfläche 17,5 qdc.

Rohbrom enthält noch etwas Chlor; es wird in Glasretorten rectificirt.

Das Brom wird in Stassfurt und Langelsheim in starken Glasflaschen von 2,5 k ve
Die gut eingeriebenen Stöpsel werden mit Schellack vergossen, dann mit Thonkitt lutirt
Pergamentpapier verbunden. Stassfurt und Leopoldshall liefern jährlich etwa 500 t
Brom, Nordamerika etwa 200 bis 300 t.

Eigenschaften und Anwendungen des Broms. Brom ist in Wasser
leicht löslich, leichter in einer Lösung von Bromkalium, in Bromwasserstoffsäure und
säure (in letzterer bis zu 13 Proc.). 100 Th. Bromwasser enthalten bei 15° 3,226 Th
Brom löst sich leicht in Aether, Alkohol, Chloroform, Schwefelwasserstoff und Bromwas
säure. In wässeriger Schwefligsäure löst es sich ($SO_2 + H_2O + 2Br = SO_3 + 2BrH$) z
wasserstoffsäure; es siedet bei + 63° und erstarrt bei — 7°. Brom (besonders Bromkaliu
ähnlich dem Jod in der Photographie und als Arzneimittel, ausserdem (in Form von Br
Bromamyl und Brommethyl) zur Erzeugung gewisser Theerfarben (z. B. für Hofmann
und Eosin) verwendet.

Jod.

Jod findet sich im Meerwasser und gelangt von da in die organischen B
theile der Seealgen oder Tange. Auch der rohe Perusalpeter enthält Jod; in g
Mengen findet es sich in einigen Salzsoolen.

Jod wurde 1811 von Courtois in Paris in der aus Varech erhaltenen Lauge e
und von Gay-Lussac untersucht. Die erste Jodfabrik wurde 1824 von Tissier i
bourg angelegt. Kuhlmann in Lille stellt bei der Fabrikation von Superphosp
Phosphoriten Jod als Nebenproduct dar.

Der Hauptsitz der Jodfabrikation ist Glasgow in Schottland und im Departement F
in Frankreich, ferner in Asturien (Spanien). In Südamerika stellt man bedeutende Jod
in der Provinz Tarapaca in Peru und in Antofagasta im Staate Bolivia aus den Mutte
der Salpeterfabriken dar.

Zur Herstellung von Jod laugt man die Asche der Tange, Kel
Varech (S. 458) mit Wasser aus. Durch Eindampfen und Abkühlen der

ıan nach und nach daraus Kaliumsulfat, Chlorkalium und Kochsalz. Die Mutter-avon wird in flachen Gefässen mit verdünnter Schwefelsäure versetzt, wobei eftiger Entwickelung von Kohlensäure und Schwefelwasserstoff ein dicker Schaum ıwefel sich bildet, der abgeschöpft, getrocknet und in den Handel gebracht wird. m die Gase entwichen sind, setzt man zu der Flüssigkeit noch mehr Schwefel-nd eine entsprechende Menge Braunstein und destillirt das Jod ab. — In der Jod-von Paterson in Glasgow verwendet man zum Destilliren des Jods einen guss-ı halbkugelförmigen Kessel von etwa 1,3 m Durchmesser, auf welchem sich ein er Deckel mit zwei Helmen von Steinzeug befindet, welch letztere die Joddämpfe Systeme von thönernen Vorlagen führen. In Cherbourg gewinnt man das Jod Lauge durch Einleiten von Chlorgas: $MgJ_2 + Cl_2 = MgCl_2 + J_2$. Dabei enau die zur Zersetzung des Jodmagnesiums nothwendige Menge Chlor ange-werden. Besser geschieht die Abscheidung des Chlors durch Kaliumchlorat. — inem neueren Verfahren destillirt man die Jodkalimetalle mit Eisenchlorid-wobei alles Jod übergeht:

$$2\,NaJ + Fe_2Cl_6 = 2\,J + 2\,NaCl + 2\,FeCl_2.$$

as Jod ist in Wasser sehr wenig löslich und fällt als schwarzes Pulver zu Boden. geschiedene Jod wird von der darüberstehenden Flüssigkeit getrennt, zum Ab-in ein thönernes, mit Löchern versehenes Gefäss gebracht und auf Fliesspappe eitet vollends getrocknet. Dabei muss die Anwendung von Metall vermieden . Das so erhaltene Jod wird durch Sublimation gereinigt. In eine Thonretorte nan ungefähr 20 k Jod, umschüttet sie vollständig mit Sand, damit sich kein dem oberen Theile niederschlägt und den Retortenhals verstopft. Der Retorten-ırt in Vorlagen, in welchen sich das Jod krystallinisch ansetzt. 1 t Kelp gibt k Jod.

ıch E. Allary und J. Pellieux werden die nach Abscheidung des Chlorkaliums und sauren Kaliums erhaltenen Varechmutterlaugen eingedampft und zur Oxydation der lverbindungen geröstet. Der Rückstand wird ausgelaugt, die Lösung eingedampft, ge-und mit Alkohol ausgezogen. Der Alkohol wird abdestillirt, der aus Jodkalium und ium bestehende Rückstand in gesättigter Lösung mit einer, dem Gehalt an Jodnatrium henden Menge kohlensauren Kaliums versetzt und Kohlensäure eingeleitet. Nach der ıg: $K_2CO_3 + 2NaJ = 2KJ + Na_2CO_3$ bildet sich Jodkalium und kohlensaures Natrium, durch die Kohlensäure in Bicarbonat übergeführt wird und sich ausscheidet. Die zurück-le Lösung von Jodkalium wird mit Salzsäure neutralisirt und zur Abscheidung der ı Menge Chlornatrium aus Alkohol umkrystallisirt (J. 1881).

itali empfiehlt die Algen mit einer Lösung von Potasche zu tränken, damit beim Ver-möglichst wenig Jod verloren geht. Die erhaltene Asche wird mit dichromsaurem auf Rothglut erhitzt:

$$6KJ + K_2Cr_2O_7 = 3J_2 + 4K_2O + Cr_2O_3.$$

ausbeute soll weit grösser sein als beim Behandeln mit Chlor.

as von Stanford 1862 vorgeschlagene Verfahren (S. 458) wird in der British Seaweed y in Dalmuir bei Glasgow ausgeübt. — Da bei der gewöhnlichen Behandlung der Algen egen viel Jod ausgelaugt und weitere Mengen beim Veraschen verflüchtigt werden, so llieux die frischen Algen gähren und dann im Schachtofen veraschen (J. 1880).

er rohe südamerikanische Salpeter aus Peru und Bolivia enthält bis 0,175 Proc. Jod als Natriumjodat, in geringer Menge als Jodnatrium und gnesium. Die beim Raffiniren des Rohsalpeters (S. 568) fallenden Mutterlaugen auf Jod verarbeitet, indem man in die Lauge Schwefligsäure leitet, bis das aus-dene Jod sich wieder zu lösen beginnt. Neuerdings gibt man der Salpetrigsäure rzug vor der Schwefligsäure. Das abgeschiedene Jod wird getrocknet und durch ation gereinigt. Das in der Flüssigkeit in Form von Jodmetallen noch enthaltene ird mit Hilfe von Chlor ausgefällt. 1 *l* der beim Raffiniren des Perusalpeters ldenden Mutterlauge enthält 2,3 bis 4,8 g Jod.

In der Fabrik von Peruana, Prov. Tarapaca in Peru, haben die conce Mutterlaugen vom Natronsalpeter im Durchschnitt folgende Zusammensetzung:

Natriumnitrat	28 Proc.
Chlornatrium	11
Natriumsulfat	3
Magnesiumsulfat	3
Natriumjodat	22
Wasser	33

Die Menge der zur Fällung nöthigen Natriumbisulfitlösung richtet sich na Gehalt der Mutterlauge an Jod und führt man eine innige Mischung beider Rührwerk herbei. In Form eines schwarzen Schlammes setzt sich der grösst des ausgefällten Jods am Grunde des Bottichs ab. Flocken von Jod, welche Oberfläche gelangen, werden mit hölzernen Schöpflöffeln entfernt und in Klärl gebracht. Die von Jod zum grössten Theil befreite Mutterlauge wird in eine liegenden Behälter abgelassen und zunächst auf Nitrat verarbeitet. Die dabei f Mutterlauge wird wieder auf Jod verarbeitet. In Klärbottichen wird der im der Fällbottiche abgelagerte Jodschlamm mehrere Male mit reinem Wasser gew dann wird filtrirt und werden durch Pressen in einer Filterpresse 0,2 m dicke erzeugt. Dieses Rohjod enthält 80 bis 85 Proc. reines Jod, 5 bis 10 Proc flüchtige Bestandtheile und 5 bis 10 Proc. Wasser. Aus einer eisernen Retorte, mit 8 Vorlagen aus Steingut verbunden ist, wird das rohe Jod destillirt. Jede d lagen hat eine Länge von 0,9 m und einen Durchmesser von 0,75 m. Die le mit einem hölzernen Deckel geschlossen, welcher, wie überhaupt alle Fugen der lichen Vorlagen, mit Thon verkittet ist. Das bei gelindem Feuer destillirte Jo in kleine ausgepichte Tonnen verpackt.

Zur Verarbeitung der Caliche in einer der grössten Salpeterfabrik Wüste Atacama kommt nach Buchanan (J. 1893) die durch Steinbrecher zerkl Salzmasse in grosse Auslaugekästen mit Dampfheizröhren nach Shank'sche fahren. Die erhaltene Lösung wird, wenn sie 110° Tw. bei 120° zeigt, abgezog fliesst in die Krystallisirbehälter. Hat die Flüssigkeit nicht mehr die erford Stärke, so wird sie in den nächsten mit frischer Caliche beschickten Behälte geführt, und wenn sie sehr schwach ist, lässt man sie durch den Zapfen am Bo ein Gefäss abfliessen, aus welchem sie in das Siedehaus zurückgepumpt wird. Rückstand aus den Behältern wird durch die Mannlöcher entleert. Die Anla 16 Behälter, von denen je 4 einen Satz bilden. Da nicht alle Mutterlauge de stallisirbehälter auf Jod verarbeitet werden kann, so gelangt ein Theil derselben, reichlich Jodat enthält, in die Kochkessel zurück, wo sie mit Flüssigkeit, welc dem Jodhause kommt und Jodid enthält, zusammentrifft. Es erfolgt hierbei Zers unter Freiwerden von Jod, das dampfförmig entweicht und Luft und Dampf ob der Kochkessel purpurn färbt. Die Krystallisirpfannen sind 3 m breit, 3,7 m la 0,5 bis 1 m tief. Nach vollendeter Krystallisation lässt man die Mutterlauge Jodhaus ab und wirft das Salz auf schräge Bühnen, von wo die Mutterlauge Pfannen zurückfliesst. Zum Auswaschen der Mutterlauge wird 1- bis 2mal mit W übersprengt, an der Sonne getrocknet und zur Verschiffung an den Hafen ge Die mittlere Zusammensetzung ist:

Natriumnitrat	96,75 Proc.
Wasser	2,1
Chlornatrium	0,75
Sulfate	0,3
Unlöslich	0,1

as Jod wird aus den Mutterlaugen, welche im Liter etwa 3 g Jod enthalten, mit
ıbisulfit abgeschieden:

$$2\,NaJO_3 + 3\,Na_2SO_3 + 2\,NaHSO_3 = 5\,Na_2SO_4 + J_2 + H_2O.$$

· Herstellung desselben erforderliche Soda wird durch Erhitzen von 6 Th. Salpeter
Th. Kohle und Auslaugen gewonnen; die Lösung wird mit durch Verbrennen
ıwefel hergestellter Schwefligsäure gesättigt. Da die Laugen neben Jodat auch
enthalten, so verwendet man vortheilhaft zur Fällung eine Lösung, welche neben
Bisulfit 1 Th. Monosulfit enthält:

$$NaJO_3 + 5\,NaJ + 3\,H_2SO_4 = 3\,J_2 + 3\,Na_2SO_4 + 3\,H_2O.$$

stündigem Stehen lässt man die klare Flüssigkeit in grosse Behälter abfliessen.
hält jetzt etwa 0,3 g Jod im Liter gelöst, theils frei, theils als Jodid. Da das
immer wieder benutzt werden muss und mittels Metallpumpen durch Eisenröhren
rdern ist, so muss das freie Jod entfernt werden. Man setzt daher der genau
lten Menge eines Gemisches gleicher Theile Natriumbisulfit- und Natrium-
tlösung zu:

$$2\,NaHSO_3 + 2\,J_2 + 2\,H_2O = 4\,HJ + Na_2SO_4 + H_2SO_4,$$
$$2\,Na_2CO_3 + 2\,HJ + H_2SO_4 = 2\,NaJ + Na_2SO_4 + 2\,CO_2 + 2\,H_2O,$$

wird die Mutterlauge in das Kochhaus zurückgeführt. Das gefällte Jod wird
hen in Eimer geschöpft und in etwa 1,3 m hohe Fässer geworfen, welche etwa
vom Boden einen mit Sackleinewand überzogenen falschen Boden haben. Nach
btropfen des Jods wird es in Sackleinewand eingeschlagen, in einer Schrauben-
einem starken Druck ausgesetzt; die so erhaltenen harten Kuchen enthalten 65
Proc. Jod neben Wasser, Kieselsäure und Gyps. Es kommt nun zur Sublimation
ndrische Eisenretorten, welche durch ein kleines Kohlenfeuer erhitzt werden.
etorte fasst etwa 500 k Rohjod. Die Retorte ist mit einer Reihe von 8 Steingut-
ısatoren verbunden, welche aus 8 Röhrenstücken von 1 m Länge und 0,5 m
nesser bestehen. Die Verbindungen sind mit Thon lutirt, die letzte Röhre ist
em flachen Holzstück geschlossen. Die Sublimation dauert etwa 5 Tage, worauf
e Feuer entfernt und erkalten lässt. Die Condensatoren enthalten 330 bis 350 k
. Jod.

as aus den Mutterlaugen mit Hilfe von Natriumbisulfit (oder Ferrosulfat und Kupfersulfat)
llte Jod kommt auch in Form von Kupferjodür aus Peru in den Handel. Das
jodür wird gewöhnlich auf Jodkalium verarbeitet, indem man es durch Schwefel-
toff in Jodwasserstoffsäure und Schwefelkupfer zersetzt und erstere mit Kaliumcarbonat
isirt.

Eigenschaften und Anwendung. Jod löst sich etwas in Wasser, leicht in Alkohol
ther, Jodwasserstoffsäure, Jodkalium, Schwefelkohlenstoff, Chloroform, Benzol, einer
igen Lösung von Schwefligsäure und einer Lösung von thioschwefelsaurem Natrium.
rbt Stärke blau. Nach den Angaben von Wanklyn (1872) enthält käufliches Jod
hr:

	gutes	geringes
Jod	88,61	76,21
Chlor	0,52	0,88
Asche	0,72	1,11
Wasser	10,15	21,80
	100,00	100,00

Man wendet das Jod zur Bereitung des Jodquecksilbers, des Jodkaliums (J. 1897, 467)
nderer Jodpräparate an; ferner zur Herstellung gewisser Theerfarben, so z. B. des Jod-
s, Jodgrüns, sowie des blaustichigen Eosins (Tetrajodfluoresceïnnatrium), zur Bereitung
auen Cyanins, u. A.

Den Ertrag der Jodproduction in den Salpeterwerken schätzt man auf jährlich 400 t.
land und Irland liefern aus Seetang jährlich etwa 130 t, Frankreich 50 t Jod.

Salpetersäure und Nitrate.

Natriumsalpeter, Natriumnitrat, Chilisalpeter, Perusalpeter, $NaNO_3$ sich in dem mittleren Theile der regenlosen Westküste *(costa seca)* Südamerikas reichlichsten Menge etwa zwischen 18⁰ und 27⁰ s. Br.; die Hauptfundstätten lie südlichsten Theile Perus, in der Provinz Tarapaca und in dem pflanzenlosen I striche Bolivias, der Wüste Atacama in Lagern von 0,25 bis 4 m Dicke. Der S ist anscheinend aus Seetang entstanden.

Der mittlere Gehalt des zur Verarbeitung kommenden Rohstoffes (Caliche) ist:

bei bester	Qualität	40	bis	50	Proc. Natronsalpeter
bei mittlerer	„	30	„	40	„ „
bei geringer	„	17	„	30	„ „

Daneben enthält der Caliche, ausser in Wasser unlöslichen erdigen Verunreini Gesteinstrümmern, Sand und Thon, als Hauptbestandtheil wechselnd 10 bis 60 Proc. Chlorn ausserdem schwefelsaures Kali, schwefelsaures Natron, schwefelsauren Kalk, Magnes salpetersaures Kali, ein wenig jodsaures Kali und zuweilen borsaure Salze.

Der Caliche kommt in der Prov. Tarapaca in 0,5 bis 3 m Tiefe unter der Erdoberfläche v Oberfläche der Salpeterlagen bildet gewöhnlich eine Schichte gypshaltiger Sand (Chuca) gebettet in diese obere Schicht finden sich viele lose Krusten und derbe Stücke von grau Farbe, zum grössten Theil aus Anhydrid bestehend. Dieselben zeigen auf der Bruchfläche o lichkeit mit Steingutmasse, weshalb man sie Loza (Steinzeug) nennt. Darunter liegt ein fel Conglomerat von Thon, Kies, Feldspath-, Porphyr-, Grünsteintrümmern, verkittet durch sc sauren Kalk, schwefelsaures Kali, schwefelsaures Natron, schwefelsaure Magnesia und Chlornatrium, Costra genannt. Sie geht nach der Tiefe zu in eine andere über, in neben Sulfaten Chlornatrium und Chlormagnesium vorwiegen und bereits einige Procente S enthalten sind. Das Aeussere dieser Schicht gleicht einem gefrorenen wasserhaltigen steinigen Erdreich, daher Congelo (Zusammengefrorenes). Fehlen im Congelo die sti und kiesigen Bestandtheile und bilden feinkörnige Felstrümmer mit Thon und Sand ve die in Wasser unlösliche Grundlage der im Uebrigen aus den erwähnten löslichen Sal stehenden derben Masse, so heisst dieselbe Banco.

Unter dem Congelo findet sich der Rohsalpeter (Caliche). Seine Färbung w zwischen schneeweiss, schwefelgelb, citrongelb bis orangefarben (durch chromsaures Salz ge violett, reinblau, auch braun. Ausserdem kommt er graubraun in allen Tönen vor, je na Grade der Verunreinigung mit Erde, Sand, Kies, Thon und Gesteinstrümmern. Unte Caliche findet sich ein hellbrauner loser, theils mehliger, theils grandiger Thon, welcher mit flimmernden Anhydritkrystallen durchsetzt ist, Coba genannt. Unter derselben erfahrungsmässig kein Salpeter vor. Es ist daher die Coba eine wichtige Schicht für bohrarbeiten.

Grosse Abweichungen hiervon finden sich namentlich in den südlicheren Distrikte an einigen Stellen nachweislich höher gelegene ältere Salpeterbildungen durch Wasser thei wieder aufgelöst und viele Meilen weit nach tiefer gelegenen Becken geführt worden sind, sich neuerdings durch Verdampfung ausgeschieden haben. (Salar del Carmen bei Antofa

In der Oficina Rosario[1]) werden bei einer täglichen Production von etwa Salpeter, welche eine Ausbeute des Rohmaterials von etwa 40 Proc. geben, im Tagewerk 880 t Rohmaterial durchgesetzt. Dasselbe wird in 5 Brechmaschinen zu Stücken gebr fällt in trichterförmige Wagen mit nach unten sich öffnenden Thüren, in denen es auf Sch wegen über die zur Laugerei dienenden Kochkessel gefahren und in dieselben entleert wird Kochkessel sind sehr verschieden in Grösse, Form und Einrichtung. Die Oficina R besitzt deren 12 von je 65 cbm Inhalt, die unter sich verbunden arbeiten und in verschi Weise gekuppelt werden können; gewöhnlich aber in zwei Systemen von je 6 Abtheil arbeiten. Die systematische Laugerei wird im Wesentlichen nach der von Shanks i Sodafabrikation eingeführten Methode betrieben (S. 469), mit einigen der Natur des Roh angepassten Abänderungen. Man erzeugt in einer Operation, bei kräftiger Dampfschl heizung, gesättigte zur Krystallisation geeignete Lauge (etwa 1,55 spec. Gew. bei 110 bi zeigend), welche nach viertägiger Abkühlung für 1 cbm etwa 550 k krystallisirten Salpeter l Die heisse Lauge fliesst durch Kanäle nach den schmiedeisernen Krystallisirpfannen, de einer täglichen Production von 350 t etwa 230 Stück von je 14 cbm Inhalt erforderlich sind

---

1) Ein Modell derselben befand sich 1890 auf der Bremer Ausstellung.

an lässt die erkaltete Mutterlauge abfliessen und schaufelt nach zwölfstündigem Ab- den auskrystallisirten Salpeter auf schräge mit Eisenblech belegte Trockenbühnen, wo ere 4 Tage verbleibt, während der Rest der Mutterlauge abtropft. Von den schrägen bühnen gelangt er in die sogenannte Cancha, den Vorrathsraum mit glatter cemen- ohle, wo er weitere 14 Tage trocknet und dann in Säcken von etwa 3 hk Inhalt zum Ver- langt.

ie aus den Krystallisirpfannen ablaufende Mutterlauge *(Agua vieja)* wird wieder umpt und tritt nach der Gewinnung des Jods (S. 565) den Kreislauf mit der Auslaugung ohstoffes aufs Neue an. Die Volumverminderung, welche die Lauge erleidet durch das stallisiren des Salpeters durch Verdunstung und durch die der Abkühlung entsprechende tion wird ausgeglichen durch neue Mengen Lauge, welche man durch Auswaschung der nde gewinnt, sobald letztere keine Lauge von zur Krystallisation geeigneter Stärke efern *(relaves)*. Es werden bei richtig geleiteter Fabrikation also keine Ueberschüsse von Laugen erzeugt, welche durch Verdampfung zu concentriren wären. Der hergestellte r enthält etwa

95,0	Proc.	salpetersaures Natron,
2,0	„	Kochsalz,
0,6	„	Sulfate u. dgl.,
0,1	„	Unlösliches,
2,3	„	Feuchtigkeit.

ässt man die heisse Lauge vor dem Einlaufen in die Krystallisirpfannen in einem mit chlange geheizten Klärbehälter $^1/_2$ Stunde oder länger stehen, so senken sich feine irte Kochsalzkrystalle nebst anderen mechanischen Verunreinigungen und man kann dann Lauge ein Product von über 96 Proc. Nitrat und unter 1 Proc. Kochsalzgehalt herstellen, zugleich eine schneeweisse Farbe zeigt und namentlich für chemische Zwecke im Handel t wird, während die 95proc. Waare zum allergrössten Theil als Düngemittel in der rthschaft verbraucht wird.

ie Jodfabrik ist im Stande, in 16 Operationen mit je 18 cbm die sämmtliche innerhalb den aus den Krystallisirpfannen ablaufende Mutterlauge zu verarbeiten und das erhaltene sublimiren. (Product täglich 500 k sublimirtes Jod.)

erchlorat haltiger Salpeter ist für Pflanzen schädlich (J. 1898, 360).

ie Salpeterindustrie hat während der letzten Jahre einen ungemein grossartigen vung genommen, wie man aus folgenden Zahlen ersieht.

ie Gesammtverschiffung von allen Häfen der Westküste Südamerikas betrug

1830	850 t Salpeter
1840	10250
1850	23000
1860	61650
1870	132450

ie Einfuhr Deutschlands betrug im J. 1870 erst 20000 t, 1899 aber 526944 t lpeter im Werthe von 78 Millionen Mark.

atriumnitrat verwendet man zur Darstellung der Salpetersäure und der Schwefelsäure, npökeln des Fleisches, zur Fabrikation des Kaliumsalpeters und besonders als Dünge- 100 Th. Wasser von 15° lösen 80,6 Th., von 68° 125 Th. Natriumnitrat.

aliumsalpeter, Kaliumnitrat, KNO_3, findet sich theils fertig gebildet in der meist wird er aus Natronsalpeter gewonnen. An den Mauern der Ställe werden Auswitterungen (Mauerfrass, Salpeterfrass) beobachtet, welche zum grössten Theil lpetersauren Salzen bestehen. Ebenso findet man diese Auswitterung in Höhlen f der Oberfläche des Bodens in Spanien, Ungarn, Aegypten, Turquestan, Ost- und mehreren Theilen Südamerikas.

n manchen Landstrichen, in welchen, wie z. B. in den Pusten Ungarns, der Salpeter aus- , laugt man die salpeterhaltige Erde (Gayerde, Gaysalpeter, Kehrsalpeter) mit Wasser aus, pft die Lauge und bringt dieselbe zur Krystallisation. Der vom Ganges abgesetzte m enthält nach dem Lagern etwa 8 Proc. salpetersaures Kalium und 4 Proc. salpetersaures n. Der Boden wird ausgelaugt, die Lösung abgedampft.

)en Salpeterbildungsprocess der Natur ahmt man in den Salpeterplantagen künstlich n denen man alle Bedingungen, welche die Salpeterbildung begünstigen, zu erfüllen sucht. vählt Erde, welche reich ist an Calciumcarbonat, und als Stickstofflieferer: Dünger,

thierische Abfälle aller Art aus Schlachthäusern und Wasenmeistereien, Rückstände aus Ge und Leimfabriken, von wollenen Lumpen u. dgl.; man schichtet auch nicht selten die thierischen Abfälle mit Pflanzen, namentlich mit solchen, welche, wie Kartoffelkraut, rübenblätter u. dgl., Salpeter enthalten, und begiesst die Haufen von Zeit zu Zeit mit Aus dem Gemenge, Muttererde, welche man mit Stroh oder mit Reissig durchflicht, um möglichst allseitig Zutritt zu gestatten, bildet man auf einem geeigneten festgeschlagene boden Haufen von 2 bis 2,5 m Höhe. Wenn die Salpetererde der Reife sich nähert, lä die Haufen austrocknen; es bildet sich dann an der Oberfläche eine 6 bis 10 cm dick welche reicher ist an salpetersauren Salzen als die andere Masse, da sich durch Capillar die Lauge an die Oberfläche zieht. Die Kruste wird so oft abgekratzt, bis der Kern des der Luft zu wenig Oberfläche darbietet, wo er dann mit bereits ausgelaugter Erde umkrä ganz abgetragen und neu aufgebaut wird. — In der Schweiz gewinnt man in einigen C Salpeter in den Ställen, welche an Bergabhängen liegen. Unter dem Stalle wird eine Gr 0,6 bis 1 m Tiefe gegraben; diese füllt man mit einer porösen Erde, welche den erford Kalkgehalt hat, und tritt dieselbe fest. Nach 2 bis 3 Jahren nehmen die Salpetersie Bodenbretter ab, entfernen die Salpetererde aus der Grube und laugen mit Wasser aus. Verfahren haben nur noch locale Bedeutung.

Jetzt stellt man Kaliumsalpeter mittels Natriumsalpeter dar. Meist w Natriumnitrat mit Chlorkalium zerlegt:

$$NaNO_3 + KCl = NaCl + KNO_3,$$

da die Zersetzung beider Salze schnell und vollständig ist, das ausfallende K leicht von allem anhängenden Salpeter befreit werden kann, ebenso auch die Re des Salpeters vom Kochsalz einfach und vollständig ist. In einem gusseisernen von etwa 40 hl Inhalt werden äquivalente Mengen von Perusalpeter und Chlo aufgelöst, genau nach der Procentigkeit der jedesmal vorliegenden Handelswa rechnet. Zuerst wird das Chlorkalium für sich aufgelöst, bis die Lösung 1,20 b (heiss gemessen) zeigt; dann wird der Natronsalpeter zugesetzt und nun so lan feuert, bis die Flüssigkeit 1,50 zeigt; das sich fortwährend ausscheidende Chlorn wird, sowie es sich bildet, herausgekrückt und auf einer schiefen Ebene so ablau lassen, dass die Mutterlauge in den Kessel zurückfliesst. Es wird dann noch gew bis es höchstens 0,5 Proc. Salpeter enthält; auch die Waschwässer werden Kessel gegeben. Wenn die Lauge in dem Kessel auf 1,50 gekommen ist, lässt r kurze Zeit absitzen, wobei das niederfallende Salz allen Schmutz mit sich reis lässt dann die klare Lauge nach den Krystallisirgefässen laufen. Die Kryst gefässe sind ganz flach, so dass schon nach 24 Stunden die Krystallisation voll ist; durch gelegentliches Umrühren erreicht man es, dass die Krystalle so fe Bittersalz fallen. Die Mutterlauge wird abgezogen und die Krystalle vollstän tropfen gelassen. Dann übergiesst man die Krystalle mit so viel Wasser, d davon bedeckt werden, und lässt dies 7 bis 8 Stunden stehen; hierauf zieht ma und überlässt die Krystalle über Nacht dem Abtropfen; am nächsten Tage wie man dasselbe Verfahren noch einmal. Natürlich kann man die Waschungen, nöthig, beliebig oft fortsetzen; aber ein hinreichender Grad der Reinheit wird schon nach dem zweiten Male erreicht sein. Die erste Mutterlauge, sowie alle W wässer kehren in den ursprünglichen Auflösekessel zurück. — Perchlorat geht au Natronsalpeter leicht in den Kalisalpeter über.

Anwendung. Das Kaliumnitrat wird namentlich zur Fabrikation des Schie Sprengpulvers angewendet. Der schwarze Fluss (Salpeter mit Weinstein) wurde benutzt Metalle umgeschmolzen werden sollen.

Natriumnitrit, salpetrigsaures Natrium, $NaNO_2$, wird durch Schmelze Salpeter mit Blei hergestellt:

$$NaNO_3 + Pb = PbO + NaNO_2.$$

Der Salpeter wird in Kesseln zum Schmelzen gebracht. Sobald derselbe gen heiss ist, wird Blei in kleinen Posten von 5 bis 10 k mit der Vorsicht eingetrage

nen neuen Zusatz zu geben, wenn unter fortwährendem Rühren der vorherige übergegangen ist. Sammelt sich nämlich eine zu grosse Menge von geschmol- Blei in der Schmelze an, so steigert sich bei Eintritt einer geringen Temperatur- g die Reaction in dem Grade, dass ein Durchschmelzen des Kessels schwer zu en ist. Bei normalem Arbeiten (450 bis 500°) gelingt es, durchschnittlich 90 Proc. des Salpeters in Nitrit zu verwandeln. Einige Procente unzersetzten rs bleiben stets zurück, ebenso bilden sich stets einige Procente einer Verbindung ioxyd mit Aetznatron, und zwar um so mehr, je höher die Temperatur war. nn für Tag und Kessel 3 Schmelzen vornehmen, also mit einer Anlage von ln täglich 1200 k Salpeter in Nitrit verwandeln (J. 1891, 400).

an lässt die fertige Schmelze in kaltes Wasser fliessen. Die Lösung enthält atriumnitrit, unzersetzten Salpeter, Aetznatron, welches Bleioxyd gelöst hält, ie löslichen Verunreinigungen des Chilisalpeters, d. h. Chlornatrium u. dgl. Das che besteht aus Bleioxyd, etwas Blei, welches der Oxydation entgangen ist, und Bleisuperoxyd. Die Lösung wird zuerst mit Salpetersäure, welche auf 6 bis verdünnt ist (oder verdünnter Schwefelsäure oder Bleinitratlösung u. dgl.), voll- neutralisirt, wobei das in Lösung gehaltene Blei zum grössten Theile ausfällt. ıtralisirte Lauge wird von dem Unlöslichen getrennt und in eisernen Pfannen Dampfschlangen bis auf 42 bis 45° Bé. (heiss gemessen) eingedampft. Die werden dann zur Krystallisation in eiserne Krystallisirschalen abgelassen, die le wieder gelöst, falls sie noch nicht rein genug sein sollten, oder geschleudert, ıen, getrocknet und verpackt. Die Mutterlaugen geben durch wiederholtes pfen und Krystallisirenlassen eine zweite, dritte und vierte Krystallisation von rem Gehalte, welche wieder in reineren Laugen aufgelöst und umkrystallisirt müssen. Die zuletzt übrig bleibende Mutterlauge wird schliesslich zur Trockne mpft und der Rückstand statt frischen Salpeters bei der Herstellung der Schmelzen wendet.

ır Herstellung von Alkalinitrit werden nach Balzer (J. 1897) in einer dick- n gusseisernen Schale 500 k Natronsalpeter und 500 k Aetznatron geschmolzen. In die e trägt man unter stetem Umrühren 225 k fein gepulvertes Gusseisen ein und lässt melze unter stetem Umrühren 5 bis 6 Stunden gehen.

ach Angabe der Vereinigten chemischen Fabriken zu Leopoldshall) werden etwa 10 Th. salpetersaures Natron (oder Kali) und 11,5 Th. Aetznatron (oder n 90 Proc. in wenig Wasser zu einer concentrirten Flüssigkeit gelöst, zu der Lösung unter fortwährendem Umrühren 2,25 Th. Pyrit in gepulverter Form gegeben, dann ein- ft bis zur vollständigen Entfernung des Wassers und eintretender Schmelzung.

ach Elsbach und Pollini (J. 1898) reducirt Zinkblende, allmählich in ein zum zen erhitztes Gemisch von Salpeter und Aetznatron im Verhältniss von 34 zu 8 ein- n, den Salpeter quantitativ zu Natriumnitrit, während sie selbst in Zinkoxyd übergeht.

ach Angabe der Chemischen Fabrik Grünau, Landshoff & Meyer (J. 1898) 1850 k Natronsalpeter mit etwa 2500 k Eisenoxydul gemischt und erhitzt. Bei nd hoher Temperatur tritt Braunfärbung der Mischung und eine Reaction wesentlich im er folgenden Gleichung ein:

$$NaNO_3 + 3FeO = Fe_3O_4 + NaNO_2.$$

ach Goldschmidt (J. 1895) werden die Nitrate mit Formiaten geschmolzen, oder st die zur Herstellung dieses zu verwendenden Reactionsstoffe, Kohlenoxyd und Base, auf Nitrit zu verarbeitenden Nitrat in der Wärme zusammenwirken und erhält alsdann n glatt verlaufender Reaction mit grösster Ausbeute, etwa folgender Gleichung ent- nd:

$$NaNO_3 + 2NaOH + CO = NaNO_2 + Na_2CO_3 + H_2O.$$

aul will mit Schwefel schmelzen (J. 1896), Jacobsen mit Metallcarbiden (J. 1896), mit Koks (J. 1897), Thibault kohlenoxydhaltige Gase einführen (J. 1898).

ır Darstellung von Nitriten will Mehner (J. 1896) Sauerstoffverbindungen Elemente, welche, wie Bor, Silicium, Magnesium, Titan, Vanadium u. s. w., bei hoher atur Stickstoff zu binden vermögen, mit Kohle bez. Koks gemengt, unter gleichzeitiger

Hindurchbewegung von Stickstoff, Luft oder eines elementaren, Stickstoff enthaltende[n] neten Gasgemenges der Hitze des elektrischen Ofens aussetzen. Hierbei reducirt sich di[e] stoffverbindung zu Bor, Silicium, Magnesium u. s. w. und treten diese mit dem Sticks[toff] Nitrit zusammen. Letzteres wird dem Ofen an geeigneter Stelle unterhalb der Zone d[er] troden entnommen (?).

Natriumnitrit wird in grossen Mengen zur Herstellung von Azoverbind[ungen] verwendet.

Salpetersäure. Die Salpetersäure wird durch Zersetzen von Natrium[nitrat] mittels Schwefelsäure erhalten:

$$NaNO_3 + H_2SO_4 = NaHSO_4 + HNO_3.$$

Zur Salpetersäureentwickelung dienen gusseiserne Kessel von Cylinde[r-] Retortenform.

Um aus gewöhnlichem Natronsalpeter und roher Schwefelsäure sofort ge[...] Salpetersäure zu erhalten, wird von der Chemischen Fabrik Grie[...] zwischen dem Entwickler und einem beliebigen Rückflusskühler ein Sammelge[fäss] gebracht, in welches alle im Rückflusskühler verflüssigte Säure in möglichst [...] Zustande zurückfliesst und in diesem Zustande erhalten wird. Der Rückflus[skühler] muss derart wirken, dass aus demselben nur die niederen Stickstoffoxyde und H[...] verbindungen möglichst frei von Salpetersäure entweichen. Erstere werden [...] kannte Weise durch Wasser absorbirt. Um gereinigte concentrirte Säure zu ge[winnen] ist die Säure im Sammelgefäss auf einer Temperatur von ungefähr 80° zu er[halten] durch Einleiten von Luft oder anderen Gasen in die Säure des Sammelgefässes w[ird] Gewinnung des reinen Products selbst bei Temperaturen unter 80° ermöglicht [...] Arbeit hierdurch wesentlich vereinfacht.

Zur Herstellung von Salpetersäure werden nach Guttman[n] Rohrmann (J. 1892 u. 1894) die in üblicher Weise im Destillationsgefäss A (Fi[g.] erzeugten Salpetersäuredämpfe durch das Rohr B zu einer Condensationsvorrich[tung] geführt, welche aus [...] geneigt liegenden Ha[upt...] a und senkrecht steh[enden] in das Hauptrohr einm[ündenden] den Rohren b bestehe[n]. Das Rohr a ist durch [...] wände c in viele Ka[mmern] getheilt; in jede K[ammer] führen zwei der Ro[hre] während auf der u[nteren] Seite des Rohres a j[e] benachbarte Kammern [...] Knie- oder Bogenrohre [...] einander verbunden [...]

Fig. 500.

Die oberen Enden je zweier benachbarter, zwei verschiedenen Kammern angeh[örender] Rohre b stehen durch Bogenrohre e mit einander in Verbindung, bis auf die [...] Zu- und Abführungsrohre an den Enden des Apparatensystems. Die Gase v[...] von der einen Kammer zur nächstfolgenden durch die Rohre b übergeführ[t;] hierbei erfolgt eine Condensation in den Rohren b. Die Condensationsflüs[sigkeit] sammelt sich in den Kammern an und fliesst von der einen durch die Rohrst[ücke] in die andere Kammer und schliesslich in das Sammelgefäss D. Weil die [...] stücke d mit Condensationsflüssigkeit gefüllt sind, können die Gase nicht direct [...] das Kammerrohr strömen, sondern müssen die Rohre b durchziehen. Bevor n[un] in der Entwickelungsretorte A erzeugten Gase sich in dem Apparat C conde[nsiren]

sie ein Luftstrom eingeführt. Hierzu lässt sich ein Gebläse benutzen, bestehend em Hohlkörper *E*, welcher in das Leitungsrohr *B* eingeschaltet ist. Durch den rper wird Luft in das Leitungsrohr eingeblasen, die gasförmige Säure also gleich rer Entstehung mit Luft vermischt. Damit auch die Gase innerhalb der Retorte *A* mit Luft in Berührung sind, wird die Retorte mit einer Oeffnung versehen, durch beständig frische Luft in dem Maasse nachgesaugt wird, als das Luftgebläse Luft Retorte heraussaugt. Es wird durch das Lufteinblasen auch erreicht, dass die ldenden Halogenverbindungen durch den Luftstrom weg vom Condensations- ; zu einem Behälter getrieben werden, der hinter dem Condensationsapparat zum gen der letzten Gasspuren angeordnet ist. Die in das Gebläse einströmende Luft ntweder kalt sein oder besser erwärmt werden, indem die sie zuführende Rohr- e *F* erhitzt wird. (Vgl. J. 1890, 511; 1891, 393.)

ır Herstellung reiner concentrirter Salpetersäure empfiehlt tiner (J. 1892) die Vorrichtung Fig. 501, welche die Zersetzung von getrock- Salpeter mit Schwefelsäure von 66° B. im luftleeren Raum auszuführen gestattet. Retorte *A* wird die Zer- vorgenommen; diese ist luftdicht mit dem *B* verbunden und dieser t an die Vorlage *C* an- ssen. Letztere hat seit- einen Stutzen *D*, der Voulff'schen Flasche fügt ist. An dieser Ver- ; befindet sich ein Drei- n *E*. Die Woulff'sche steht mit einer Luft- *G* in Verbindung. Auf

Fig. 501.

utzen vor dem Dreiweghahn befindet sich ein Manometer *H*. Nachdem durch tpumpe alle Luft aus dem Apparat entfernt worden ist, fängt die Zersetzung peters an, und die Säure destillirt in die Vorlage. Die Operation wird durch zufuhr unterstützt, indem man den Kolben *A* auf dem Wasserbade *L* erwärmt. f diese Weise gewonnene Salpetersäure, welche durch den Hahn *J* in das Ver- fäss *K* gelangt, ist wasserhell und frei von Untersalpetersäure, Salpetrigsäure, nd Wasser, stösst an der Luft weisse Dämpfe aus und hat 1,53 spec. Gewicht . — Auch für die Verarbeitung von Abfallsäuren soll sich das Verfahren (J. 1896, 406).

ach Franke (J. 1896 u. 1897) eignet sich das Valentiner'sche Verfahren besonders stellung hochprocentiger, wasserheller und stickstoffsäurefreier Säure, wie sie von den tofffabriken verlangt wird. Bei einer Beschickung mit 1000 k Salpeter von 96 Proc. und 2,5 Proc. H_2O würden mit 1000 k Schwefelsäure von 94 Proc. Monohydrat theo- erhalten werden 796,5 k Salpetersäure von 47,3° Bé. (89,3 Proc. HNO_3), bei einer Be- ng von 1000 k 96proc. Salpeter, dessen Wassergehalt vorher durch Trocknen entfernt ist, 771,5 k Salpetersäure von 47,9° Bé. (92,2 Proc. HNO_3). In der Praxis kann man r Condensation eine sehr nahe kommende Ausbeute erlangen, nur hat man mit einem tigen Schäumen und einer stärkeren Bildung von N_2O_4 zu rechnen, letztere hervor- dadurch, dass die conc. Schwefelsäure nicht sofort die Gesammtmenge des Salpeters zu ingen vermag und nicht sofort vollständig an Natrium gebunden wird und daher bei der Reactionstemperatur theilweise zersetzend auf die schon gebildete Salpetersäure einwirkt. ebelstände kann man vermeiden durch Anwendung eines grösseren Ueberschusses von lsäure, wodurch freilich der Monohydratgehalt der Salpetersäure etwas herabgedrückt usserdem wird das Schäumen auch durch Einbringen von flüssiger Salpetersäure in die meist verhindert.

Zur Darstellung von halogen- und nitrosefreier Salpetersäure wi Dieterle und Rohrmann (J. 1896) während der Destillation durch den In Apparates Luft geleitet. Die verwendeten Thonkühler (Fig. 502) unters sich von anderen bekannten Kühlschlangen dadurch, dass eine seitlich oder in d der Kühlschlange stehende Röhre *b* durch Röhrchen *a* mit je einer Kühlrohrw verbunden ist un mit einem Syph versehenes R ausläuft. Durc Construction de lers wird bezwec die aus dem En lungsgefäss *A* du Rohr *d* in den A eintretende, die reinigenden Ga führende Luft, mittels des Ro direct in das G im Entwickelung geblasen worden dem Kühlrohr die Röhrchen *a* dem Rohre *b*, de die Bezeichnung gasungskanal" g

Fig. 502.

wird, getrieben bez. rasch und vollständig aus den Kühlröhren abgeführt wird. sich die Condensation der Salpetersäure zunächst ungestört vollziehen kann, den obersten 3 bis 4 Windungen des Apparates geschieht, sind dieselben von Verbindung vermittels Kanalröhrchen mit dem Entgasungskanal *b* ausgeschlossen diese Weise wird erzielt, dass eine halogen- und nitrosenfreie Salpetersäure au Kühler gewonnen wird und in dieser Beschaffenheit in die Vorlage gelangt. - die höchst concentrirte Salpetersäure schon bei gewöhnlicher Temperatur eine zi grosse Tension besitzt, so ist nicht zu vermeiden, dass gleich zu Anfang des Ein von Luft in den Inhalt des Entwickelungsgefässes, bevor noch die vollständige chlorung und Bleichung stattgefunden hat, geringe Mengen Salpetersäure i Kühler mitgerissen werden, die noch schwach gefärbt sind und auch eine g Chlorreaction aufweisen. Um diesen Vorlauf für sich aufzufangen, ist zw Kühler und der Vorlage ein Zweiwegerohr mit eingeschliffenen Syphonhähnen *f* angebracht. Durch den Syphonhahn *f* wird der Vorlauf aufgefangen be gelassen. Nach Beendigung des Vorlaufes wird Hahn *f* geschlossen und H geöffnet, worauf die eigentliche Destillation ihren Anfang nimmt. Der besonde gefangene Vorlauf gelangt zur nächsten Destillation wieder behufs Reinigung i Destillirkessel.

Nach Skoglund (J. 1899) erfolgt die Condensation staffelweise, inde Dämpfe in einen Thurm geleitet werden. Das Condensat lässt man in dünner S über die säurebeständige Masse im Gegenstrom zu den emporsteigenden Dämpfen rieseln und erhält hierbei die Hitze im Thurm auf einer zum Verflüchtigen der un Beimengungen genügend hohen Temperatur. Aehnlichen Vorschlag hatte sch Verein chemischer Fabriken gemacht (J. 1896).

ach Angabe der chemischen Fabrik Rhenania (J. 1899) wird das nach dem lichen Verfahren in den Gusskesseln zurückbleibende geschmolzene saure lsaure Natrium (Bisulfat) unmittelbar nach beendigter Salpetersäuredestillation zur Bildung von $NaHSO_4 . H_2SO_4$ berechneten Menge 60grädiger Schwefelsäure t; durch die hohe Temperatur der Schmelze (etwa 250°), unterstützt durch die entwickelung bei Bildung von $NaH_3(SO_4)_2$, wird der grösste Theil des in der elsäure enthaltenen Wassers verdampft und der Rest durch weiteres Erhitzen ieben, wobei die Temperatur abermals auf 250 bis 260° gesteigert werden muss. diese Temperatur erreicht ist und keine Wasserdämpfe mehr entweichen, wird erung unterbrochen und der zur Rückbildung von $NaHSO_4$ nöthige Salpeter agen. Zweckmässig geschieht dies ununterbrochen auf mechanische Weise unter ren der mit sinkender Temperatur steif werdenden Masse. Es destillirt in gleichm Strome eine schwach gelb gefärbte Salpetersäure über mit einem Durchgehalt von 95 Proc. HNO_3. Die Destillation erfolgt durch das heisse Polysulfat eitere äussere Wärmezufuhr nach Maassgabe des zugeführten Salpeters sofort und men, die Feuerung wird nur unterhalten, um die Schmelze flüssig zu erhalten. Ende der Salpetereinführung, wenn fast alles Polysulfat in Bisulfat umgewandelt d wieder stärker erhitzt, bis sämmtliche Salpetersäure ausgetrieben ist und die ze die anfängliche Temperatur von 250° erreicht hat. — Es wird dann der nhalt, welcher nunmehr die doppelte Menge Bisulfat enthält, mit der entsprechennge 60grädiger Schwefelsäure vermischt. Nach der Entwässerung des Bisulfatelsäuregemisches wird die Hälfte des gebildeten Polysulfats $NaH_3(SO_4)_2$ abgend u. U. zu anderen Fabrikationen als Ersatz für 66grädige Schwefelsäure ver-, während mit der im Kessel verbleibenden Hälfte zur Salpetersäuredarstellung rher verfahren wird. — Der Vorgang dieser Darstellungsmethode findet nach en Gleichungen statt:

1. $NaHSO_4 + H_2SO_4 . x H_2O = NaH_3(SO_4)_2 + x H_2O$.
2. $NaH_3(SO_4)_2 + NaNO_3 = 2 NaHSO_4 + HNO_3$.

rentice (J. 1895) will Natriumnitrat mit Schwefelsäure gemischt ununterbrochen in tillirapparat einführen.

arling (J. 1895) will geschmolzenes Natriumnitrat elektrolytisch in Salpetersäure trium zerlegen (?).

ie Herstellung von Salpetersäure aus Stickstoff und Sauerstoff geschieht nach ns & Halske (J. 1896) mittels dunkler elektrischer Entladung. Eine praktisch verre Ausbeute soll man erhalten, wenn man die Luft oder das Gemenge von Sauerstoff und ff mit Ammoniakgas vermischt und diese Mischung der dunklen elektrischen Entladung ; dann schlägt sich festes salpetersaures Ammoniak an den Wänden des Apparates nieder, r in bedeutend grösserer Menge als bei den bereits bekannten Versuchen. Wichtig ist dass sowohl die Luft als das Ammoniakgas sorgfältig getrocknet sind. Man kann auf eise, wenn man die Mischung richtig wählt, sämmtliches Ammoniakgas in Ammoniumerwandeln.

ur Herstellung von Salpetersäure durch Oxydation und Verung niederer Stickstoffoxyde verwendet Rohrmann einen thönernen Colonnent, dessen unterer Theil *A* (Fig. 503 S. 576) einen gelochten umgestülpten Becher *a* . Am Fussende befindet sich der Auslaufstutzen *C*, auf der anderen Seite der utzen *D*, welcher die Rohrleitung *E* aufnimmt, durch welche die auf beliebige twickelten Stickoxydgase geführt werden. Am Rohr *E* sitzt der Stutzen *F*, welchen ein Rohr *G* eintritt, welches an seinem aussen verbleibenden Ende das Einführung von Dampf und Luft bestimmte Strahlgebläse *H* aufnimmt. Ueber echer *A* thürmen sich colonnenförmig die Becher *R* auf. Dieselben besitzen eine e Oeffnung *J* im Boden mit einer am unteren Rand befindlichen Wulst. Ueber Oeffnungen *J* steht der umgestülpte Becher *S*, dessen Seitenwand siebartig durch-

löchert ist. In die zwischen den einzelnen Colonnen eingeschalteten Thonrohrle wird eine durchbrochene, mit Glasscheiben versehene und verkittete Laterne ein Die Luftzutrittsöffnungen am Strahlgebläse sind stellbar. — Auf dem Wege durch Colonnenaufbau wird naturgemäss die Umsetzu niederen Stickstoffoxyde zu Salpetersäure und Condensation bewirkt. Begünstigt wird dies setzung durch die vollkommene Mengung der mit Wasserdampf und Luft, wie sie durch die nung der Einsatzbecher bewerkstelligt wird. —

Fig. 503.

Salpetersäure	von	1,52	siedet	bei	86°
"	"	1,50	"	"	99°
"	"	1,45	"	"	115°
"	"	1,42	"	"	123°
"	"	1,40	"	"	119°
"	"	1,35	"	"	117°
"	"	1,30	"	"	113°
"	"	1,20	"	"	108°
"	"	1,15	"	"	104°

Rauchende Salpetersäure. Wen bei Darstellung der Salpetersäure auf 2 Mol. N nitrat 1 Mol. Schwefelsäure verwendet, so erhä als Destillat eine rothgelbe Flüssigkeit, aus gesättigten Lösung von Stickstofftetroxyd (Unters säure) in weisser rauchender Salpetersäure bes Die Flüssigkeit führt den Namen rothe rauch Salpetersäure.

Nimmt man auf 1 Mol. Schwefelsäure 2 Mol. Natriumnitrat, so destillirt be Temperatur von etwa 130 bis 135° Salpetersäure (fast farblos) über. Hört das gehen der Salpetersäure auf, so befindet sich in der Retorte Natriumbisulfat u Hälfte des Natriumnitrates im unzersetzten Zustande:

$$2NaNO_3 + H_2SO_4 = HNO_3 + NaHSO_4 + NaNO_3.$$

Erhitzt man nun den Rückstand auf eine höhere Temperatur, so entsteht ne Natriumsulfat und Salpetersäure, welche letztere aber in Untersalpetersäure, stoff und Wasser zerlegt wird:

$$2NaHSO_4 + 2NaNO_3 = 2Na_2SO_4 + 2NO_2 + H_2O + O.$$

Die rothen Dämpfe der Untersalpetersäure verdichten sich in der früher destillirten Salpetersäure und führen dieselbe in rothe rauchende Salpete über. Man kann demnach diese Säure darstellen, indem man Natriumbisulf Natriumnitrat in den angegebenen Verhältnissen mengt und erhitzt und di entwickelnden untersalpetersauren Dämpfe in vorgeschlagener Salpetersäure fängt.

Die rauchende Salpetersäure ist gelbroth gefärbt, stösst an der Luft roth Dämpfe aus, hat ein Vol.-Gewicht von 1,552 und erstarrt bei —49° zu eine braunen Masse. Sie dient als besonders kräftiges Oxydationsmittel.

Zum Zwecke der Darstellung von rauchender Salpetersäure setzt man bei der gewöh Darstellung der Salpetersäure einen Stoff zu, welcher zersetzend auf sie einwirkt. wendete man hierzu Schwefel an, gegenwärtig Stärkemehl. Nach Brunner's Vorschri ein Gemenge von 100 Th. Salpeter mit 3,5 Th. Stärke in einer Retorte mit 100 Th. Sc säure von 1,85 spec. Gewicht übergossen. Die Destillation beginnt gewöhnlich schon o wärmung. Durch schwaches Erhitzen wird sie beendigt. 100 Th. Kaliumnitrat liefern a Weise ungefähr 60 Th. stark roth gefärbte rauchende Salpetersäure. Es ist anzurath Retorte nur bis zu 1/3 anzufüllen. —

...le der Vol.-Gew. von Salpetersäuren verschiedener Concentration bei 15° (bezogen auf Wasser von 4°) nach Lunge und Rey (J. 1891).

...-Gew. 15°/4° (...tleer)	Grade Baumé	100 Gew.-Theile enthalten		1 l enthält k	
		N_2O_5	HNO_3	N_2O_5	HNO_3
...010	1,4	1,62	1,90	0,016	0,019
...020	2,7	3,17	3,70	0,033	0,038
...030	4,1	4,71	5,50	0,049	0,057
...040	5,4	6,22	7,26	0,064	0,075
...050	6,7	7,71	9,99	0,081	0,094
...060	8,0	8,15	10,68	0,097	0,113
...070	9,4	10,57	12,33	0,113	0,132
...080	10,6	11,96	13,95	0,129	0,151
...090	11,9	13,31	15,53	0,145	0,169
...100	13,0	14,67	17,11	0,161	0,188
...110	14,2	16,00	18,67	0,177	0,207
...120	15,4	17,34	20,23	0,195	0,227
...130	16,5	18,66	21,77	0,211	0,246
...140	17,7	19,98	23,31	0,228	0,266
...150	18,8	21,29	24,84	0,245	0,286
...160	19,8	22,60	26,36	0,262	0,306
...170	20,9	23,90	27,88	0,279	0,326
...180	22,0	25,18	29,38	0,297	0,347
...190	23,0	26,47	30,88	0,315	0,367
...200	24,0	27,74	32,36	0,333	0,388
...210	25,0	28,99	33,82	0,351	0,409
...220	26,0	30,24	35,28	0,369	0,430
...230	26,9	31,53	36,78	0,387	0,452
...240	27,9	32,82	38,29	0,407	0,475
...250	28,8	34,13	39,82	0,427	0,498
...260	29,7	35,44	41,34	0,447	0,521
...270	30,6	36,75	42,87	0,467	0,544
...280	31,5	38,07	44,41	0,487	0,568
...290	32,4	39,39	45,95	0,508	0,593
...300	33,3	40,71	47,49	0,529	0,617
...310	34,2	42,06	49,07	0,551	0,643
...320	35,0	43,47	50,71	0,573	0,669
...330	35,8	44,89	52,37	0,597	0,697
...340	36,6	46,35	54,07	0,621	0,725
...350	37,4	47,82	55,79	0,645	0,753
...360	38,2	49,35	57,57	0,671	0,783
...370	39,0	50,91	59,39	0,698	0,814
...380	39,8	52,52	61,27	0,725	0,846
...390	40,5	54,20	63,23	0,753	0,879
...400	41,2	55,97	65,30	0,783	0,914
...410	42,0	57,86	67,50	0,816	0,952
...420	42,7	59,83	69,80	0,849	0,991
...430	43,4	61,86	72,17	0,885	1,032
...440	44,1	64,01	74,68	0,921	1,075
...450	44,8	66,24	77,28	0,961	1,121
...460	45,4	68,56	79,98	1,001	1,168
...470	46,1	71,06	82,90	1,045	1,219
...480	46,8	73,76	86,05	1,092	1,274
...490	47,4	76,80	89,60	1,144	1,335
...500	48,1	80,65	94,09	1,210	1,411
...505	48,4	82,63	96,39	1,244	1,451
...510	48,7	84,09	98,10	1,270	1,481
...515	49,0	84,92	99,07	1,287	1,501
...520	49,4	85,44	99,67	1,299	1,515

Es ist sehr zu beachten, dass rauchende Salpetersäure, ja selbst Salpetersäure vo beim Zusammentreffen mit trockenem Verpackungsmaterial Veranlassung zur entzündung geben kann. Die bei Bränden von Salpetersäurevorräthen entwickelten l salpetersäuredämpfe sind ausserordentlich giftig (J. 1897, 472; 1898, 364). — U verhütungsvorschriften (J. 1899, 411). Die Salpetersäure darf also nur auf gelagert werden, wo keine sie zu Untersalpetersäure reducirende Substanzen, also kein H Sägemehl, kein Kohlenstaub, keine Kohle oder Kohlenasche und keine Metalle sich b Es ist ferner zu beachten, dass nicht zu viele Flaschen zusammenstehen, und dass, wenn brechen, diese Säure sich in einen Graben ergiessen kann und nicht auf oder unter die Ballons fliesst; selbstverständlich muss versucht werden, die Verpackung für die Salpe unverbrennlich zu machen. Kieselguhr wird voraussichtlich zu theuer sein; es sollen a suche gemacht werden, um zu sehen, ob hier nicht Abhilfe geschaffen werden kann. Wa unbedingt vorgeschrieben werden muss, ist Folgendes: Die Stöpsel der Salpetersäure müssen sofort nach dem Transport gelüftet werden und das Stroh der Körbe ist, bevor die I transportirt werden, so mit Wasser zu begiessen, dass das Verpackungsmaterial durch un nass wird. Schliesslich ist den Arbeitern vorzuschreiben, dass, wenn trotzdem Salpet flaschen brechen oder in Brand gerathen, sich die Arbeiter niemals den rothen Dämp setzen, sondern durch Anschrauben eines Hydranten die Salpetersäure aus weiter Ent mit Wasser zu verdünnen suchen. Alle anderen Löschmethoden, Aufwerfen von Sand, E gar Sägespänen sind nutzlos und als äusserst gefährlich zu verbieten.

Anwendung der Salpetersäure, zum Nitriren organischer Stoffe (Nitroben Mirbanöl, Nitrotoluol, Nitroglycerin, Schiessbaumwolle, Pikrinsäure u. s. w.). Höc centrirte Salpetersäure kann mit Blei und Eisen zusammengebracht werden, ohne dass d löst werden. Eiweissähnliche Stoffe (Haut, Wolle, Seide, Horn, Federn) werden durc Salpetersäure gelb gefärbt, daher ihre Anwendung zum Gelbfärben der Seide u. dgl. Zeit fortgesetzte Einwirkung der Salpetersäure auf die genannten Stoffe führt ihre Ze herbei. Cellulose, Stärke, Saccharose u. dgl. werden durch die Einwirkung von Salpe unter Bildung von Oxalsäure zerstört. Kurze Einwirkung sehr verdünnter Salpetersäu Stärkemehl in Dextrin, concentrirte Salpetersäure führt es in das explosive Xyloïdi Ein Hauptverbrauch der Salpetersäure ist der zur Fabrikation der Schwefelsäure. Si ferner in der Metallverarbeitung mannigfache Anwendung, so u. A. um Stahl und Ku ätzen, zum Gelbbrennen des Messings und der Bronze, zum Färben des Goldes, zur Be der unter dem Namen Rouille zum Schwarzfärben der Seide angewendeten Eisenb Lyon allein verbraucht man von dieser Beize täglich gegen 10 t), in der Theerfarbeni (s. d.), zur Darstellung der Schiessbaumwolle, des Knallquecksilbers, des Nitroglycerins, r Metallsalze u. dgl.

Sprengstoffe [1]).

Schiesspulver [2]). Das gewöhnliche Schiesspulver ist ein gekörntes Gemen Kaliumsalpeter, Schwefel und Kohle.

Die zur Pulverfabrikation [3]) dienenden Stoffe müssen möglichst re der Salpeter darf keine Chloride (J. 1887) oder Perchlorat (J. 1897), der Sc keine Schwefligsäure enthalten; man wendet deshalb nie Schwefelblumen, s stets Stangenschwefel an. Im Allgemeinen ist diejenige Kohle zur Schiess

---

1) Vgl. besonders O. Guttmann: Die Industrie der Explosivstoffe (Braunschweig — S. v. Romocki: Geschichte der Sprengstoffchemie (Berlin, 1895).

2) Geschichte. Bis ins Mittelalter war der Salpeter und damit das eigentliche S pulver in Europa unbekannt. Salpeter wurde zuerst in China gegen Mitte des 12. Jahrh bekannt. Erst Raymund Lull (1235—1315) erwähnt in Europa den Salpeter, Grä Constantinopel beschreibt 1250 das „fliegende Feuer" aus 6 Th. Salpeter, 2 Th. Kohle un Schwefel. Im westlichen Europa wird das Schiesspulver zuerst von Roger Bacon (12 Albertus Magnus erwähnt. — Berthold Schwarz (richtig: Bertholdus nige Alchemist in Freiburg i. B., hat nicht das Pulver erfunden, welches vielmehr sich all aus dem sog. griechischen Feuer entwickelte, wohl aber etwa Mitte des 13. Jahrhunderts d Feuerwaffe. Pulverfabriken waren bereits 1340 in Augsburg, 1348 in Spandau.

3) Upmann: Das Schiesspulver (Braunschweig, 1874). — Sicherheitsvorschr J. 1891, 445; 1892, 277; 1893, 432; 1899, 478.

ung am tauglichsten, welche am leichtesten sich entzündet, am schnellsten ver- und dabei die geringste Menge Asche hinterlässt. In dem grössten Theile von hland, Frankreich und Belgien verkohlt man hauptsächlich Faulbaumholz *us Padus*), aber auch Holz der Pappel, Linde, Weisserle, Weide, Rosskastanie, gland schwarze Korneliuskirsche und Erle, in Italien Hanf, in Spanien Hanf, , Weinreben, Weiden, Oleander und Taxus, in Oesterreich Faulbaum, Hasel- n oder Erle. Wenn bei der Verkohlung des Holzes die möglichst niedrige Tem- r angewendet worden ist, so erhält man eine röthlichbraune Kohle, die Roth- e (vgl. S. 11).

Die Mischungsverhältnisse für Kriegspulver sind beispielsweise:

	Deutsches Reich	Russland	England	Frankreich
Salpeter	74	75	75	74
Schwefel	10	10	10	10,5
Kohle	16	15	15	15,5

Das Zerkleinern der Kohle und des Schwefels mit Hilfe der Pulverisirtrommeln rommeln mit Bronzekugeln) wurde zuerst Ende des vorigen Jahrhunderts in Folge des rdentlichen Bedarfs an Schiesspulver durch die französischen Revolutionskriege ange- . — Die Zerkleinerung durch Walzmühlen (Kollermühlen) mit senkrecht auf einem teine umlaufenden schweren Walzen ist noch sehr gebräuchlich. Stampfmühlen ste derselben wurde 1435 von Harscher in Nürnberg errichtet) sind nur noch wenig den.

Das Mengen der gepulverten Stoffe geschieht in Mengtrommeln aus Leder. Bei Ver- ng von Kollermühlen schliesst sich das Mengen an das Pulvern an. Das Dichten des s geschieht jetzt meist mit hydraulischen Pressen.

Das Körnen des Pulverkuchens geschieht in Sieben, meist aber mit Walzen- maschinen. Für schwere Geschütze hat man seit dem nordamerikanischen Secessions- die gepressten Pulversorten, namentlich das prismatische Pulver eingeführt, liches Pulver, welches in sechseckigen Formen gepresst worden ist.

Zum Poliren des gekörnten Pulvers bringt man das gekörnte Pulver in eine Trommel, st diese einige Stunden sich langsam um ihre Achse drehen. Das Trocknen des Pulvers r langsam geschehen. In einigen Fabriken wird das Pulver nach beendigter Trocknung erwähnten Trommel nochmals eine kurze Zeit polirt. In anderen und zwar in den meisten en lässt man das zweite Poliren weg und beschliesst mit dem Ausstäuben die Fabrikation lvers. Dieses geschieht in schräg aufgehängten Säcken oder Schläuchen von Zwillich, in rüttelnde Bewegung versetzt werden, wodurch der Staub durch die kleinen Oeffnungen illichs geht, das Pulver aber in einen Kasten fällt. —

Eigenschaften des Pulvers. Das Pulver kann über 14 Proc. Feuchtigkeit aus der ufnehmen. Hat es nicht mehr als 5 Proc. aufgenommen, so erhält es durch das Trocknen rühere Wirksamkeit wieder; enthält es aber mehr Feuchtigkeit, so verliert es die Eigen- rasch zu verbrennen, und beim Trocknen überziehen sich die einzelnen Körner mit einer erkruste, wodurch die gleichförmige Mischung und folglich auch die Wirksamkeit des s leidet. Selbst gutes, anscheinend trockenes Pulver enthält wenigstens 2 Proc. Wasser.— ug auf die Entzündlichkeit des Schiesspulvers durch Schlag und Stoss hat man gefunden, n leichtesten durch den Schlag von Eisen auf Eisen, von Eisen auf Messing, von Messing ssing eine Entzündung eintritt, minder leicht von Blei auf Blei, von Blei auf Holz, am ten leicht von Kupfer auf Kupfer oder von Kupfer auf Bronze. Wird trockenes Pulver einer Temperatur von 270° ausgesetzt, so verpufft es.

Producte der Verbrennung. Bunsen und Schischkoff fanden (1857) ein und Scheibenpulver zusammengesetzt aus:

Salpeter		78,99 Proc.
Schwefel		9,84
Kohle	Kohlenstoff	7,69
	Wasserstoff	0,41
	Sauerstoff	3,07
	Asche	Spuren

	Der Pulverrückstand	Der Rauch
	bestand aus	
Kaliumsulfat	56,62	65,29
Kaliumcarbonat	27,02	23,48
Kaliumthiosulfat	7,57	4,90
Schwefelkalium	1,06	—
Kaliumhydroxyd	1,26	1,33
Schwefelcyankalium	0,86	0,55
Salpeter	5,19	3,48
Kohle	0,97	1,86
Ammoncarbonat	Spuren	0,11
Schwefel	Spuren	—

Die gasförmigen Verbrennungsproducte zeigten folgende vol. Zusammensetzung:

Kohlensäure	52,67 Proc.
Stickstoff	41,12
Kohlenoxyd	3,88
Wasserstoff	1,21
Schwefelwasserstoff	0,60
Sauerstoff	0,52

Die Umsetzung, welche das Schiesspulver beim Abbrennen erleidet, lässt si[...] Bunsen und Schischkoff durch folgendes Schema ausdrücken:

1 g Pulver: Salpeter 0,789; Schwefel 0,098; Kohle: C 0,076, H 0,004, O 0,030 — gibt verbrannt:

Rückstand 0,680: K_2SO_4, K_2CO_3, $K_2S_2O_3$, K_2S, KCNS, KNO_3, C, S, $(NH_4)_2CO_3 + 2(NH_4HCO_3)$

Gase 0,314 (Summe 0,994):

	g	
N	0,099	=
CO_2	0,201	= 1
CO	0,009	=
H	0,0002	=
SH_2	0,0018	=
O	0,0014	=
		1

Bei verschiedenem Druck bilden sich indessen verschiedene Verbrennungsproducte, [...] Versuche von Craig, N. Fedorow, Linck (1859), Karolyi (1863), Nobel und Ab[...] bis 1879) und von Berthelot (1871) gezeigt haben.

Nach Versuchen von Debus (J. 1882) lässt sich die mittlere Zusammensetzung der[...] von Waltham-Abbey durch $16\,KNO_3 + 21{,}18\,C + 6{,}63\,S$ darstellen; ein so zusammeng[...] Pulver verbrennt im Nobel-Abel'schen Apparat (dicht verschlossener stählerner C[...] nach der Gleichung (2):

$$16\,KNO_3 + 21\,C = 5\,S + 5\,K_2CO_3 + K_2SO_4 + 2\,K_2S_2 + 13\,CO_2 + 3\,CO + 8\,N_2.$$

Der Rest des Schwefels, 1,63 At., verbindet sich theilweise mit dem Wasserstoff der[...] theilweise mit dem Eisen des Apparates. Die üblichen Jagd- und Militärpulver enthal[...] 16 Mol. Salpeter von 13 bis 22 At. Kohlenstoff und von 6 bis 8,4 At. Schwefel. Ein aus S[...] reinem Kohlenstoff und Schwefel zusammengesetztes Pulver liefert nach vollendeter Verwa[...] kohlensaures Kali, schwefelsaures Kali, Zweifach-Schwefelkalium, Kohlensäure, Kohlenox[...] Stickstoff als Verbrennungsproducte. Eine Erhöhung des Drucks während der Verbr[...] scheint die Menge des Kohlenoxyds zu verringern und damit die Menge des kohlensaure[...] Zweifach-Schwefelkaliums und Kohlensäure zu vergrössern, die aber des schwefelsaure[...] zu vermindern. Diese Schwankungen in den Verbrennungsproducten sind jedoch unbed[...] Einer Abnahme von 0,5 Mol. CO entspricht eine solche von 0,143 des schwefelsauren u[...] Zunahme von 0,071 Mol. des kohlensauren Kalis, sowie eine Vermehrung des K_2S_2 um 0,0[...] der Kohlensäure um 0,428 Mol.

ie Pulververbrennung besteht aus zwei nacheinander stattfindenden Processen: Oxydationsprocess, während dessen schwefelsaures Kalium, kohlensaures Kalium, Kohlen- d Stickstoff, vielleicht auch ein Theil des Kohlenoxyds gebildet werden; b) einem Re- process, während dessen frei gebliebener Kohlenstoff reducirend auf das im Anfange der nung gebildete schwefelsaure Kalium und freier Schwefel zersetzend auf das kohlensaure einwirkt. Das Zweifach-Schwefelkalium wird während dieses zweiten Abschnittes der nung gebildet. Der erste Theil der Verbrennung, die eigentliche Explosion des , findet selbst bei Schiesspulvern von sehr verschiedener Zusammensetzung, nach der ng (3):

$$10\,KNO_3 + 8\,C + 3\,S = 2\,K_2CO_3 + 3\,K_2SO_4 + 6\,CO_2 + 5\,N_2$$

es jedoch wahrscheinlich ist, dass sich zugleich Kohlenoxyd bildet, so wird man wohl den Vorgang durch (4):

$$16\,KNO_3 + 13\,C + 5\,S = 3\,K_2CO_3 + 5\,K_2SO_4 + 9\,CO_2 + CO + 8\,N_2$$

n. Die Pulverbestandtheile und Verbrennungsproducte stehen nach Gleichung 4 nahe lben Verhältnissen, wie nach Gleichung 3. Diese Gleichung 3 stellt die möglich ein- Vertheilung des Sauerstoffes des zersetzten Salpeters auf die genannten Verbrennungs- dar. Da nun die molecularen Verhältnisse der Verbrennungsproducte nach Gleichung 4 ach Gleichung 3 sehr nahe liegen, so folgt, dass das Sauerstoffverhältniss der Ver- gsproducte nach Gleichung 4 dem möglich einfachen nahe entspricht. Erfolgt die Ver- g nach Gleichung 4, also ohne Bildung von Schwefelkalium, so ist die Wärmeentwicke- möglich grösste, welche eine Mischung von Salpeter, Kohlenstoff und Schwefel unter ngung hervorbringen kann, dass die Bildungswärmen von Kohlensäure, schwefelsaurem lensaurem Kali im möglichst einfachen Verhältniss zu einander stehen. Das Verhältniss ungswärmen ist:

$$3\,K_2CO_3 : 5\,K_2SO_4 : 9\,CO_2 = 1 : 2{,}05 : 1{,}4.$$

ähnten Beziehungen der Wärmeentwickelung und Sauerstoffvertheilung bedingen viel- e grössere Brennbarkeit der Mischung: $16\,KNO_3 + 13\,C + 5\,S$ und veranlassen so, dass andtheile von Pulversorten sehr verschiedener Zusammensetzung im ersten Stadium im iss dieser Mischung, nach Gleichung 4 verbrennen. Die gebräuchlichen Pulversorten n aber mehr Kohlenstoff und Schwefel als Gleichung 4 verlangt. Dieser Mehrbetrag an toff und Schwefel bleibt am Ende des ersten Aktes der Verbrennung übrig. Der Kohlen- kt nun auf das schwefelsaure Kalium nach der Gleichung:

$$4\,K_2SO_4 + 7\,C = 2\,K_2CO_3 + 2\,K_2S_2 + 3\,CO$$

vefel auf das kohlensaure Kalium nach:

$$4\,K_2CO_3 + 7\,S = K_2SO_4 + 3\,K_2S_2 + 4\,CO_2$$

le vereinigt bilden das zweite Stadium der Pulververbrennung. Diese Reactionen sind mische, Wärme wird nicht entwickelt, sondern verbraucht, sie sind nicht explosiver ondern verlaufen verhältnissmässig langsam, so dass sie in der Praxis wohl selten zum ss kommen. Eine Mischung von: $16\,KNO_3 + 8\,C + 8\,S$ entwickelt von allen möglichen gen, welche 16 Mol. Salpeter enthalten und gerade auf zu K_2CO_3, K_2SO_4, K_2S_2, CO_2 und N_2, zu drei oder vier von diesen Producten verbrennen können, die grösste Wärme- und Gasmenge, sowie eine Mischung von $16\,KNO_3 + 24\,C + 16\,S$ die grösste Gas- und Wärmemenge.

ebus stellt ferner (J. 1891) folgende Reactionen auf:

$$4\,KNO_3 + 5\,C = 2\,K_2CO_3 + 3\,CO_2 + 2\,N_2 \text{(I)}$$
$$2\,KNO_3 + C + S = K_2SO_4 + CO_2 + N_2 \text{(II)}$$
$$2\,KNO_3 + 3\,C + 2\,S = K_2S_2 + 3\,CO_2 + N_2 \text{(III)}$$

ezeichnet man $4\,KNO_3 + 5\,C$ mit P, $2\,KNO_3 + C + S$ mit Q und $2\,KNO_2 + 3\,C + 2\,S$ dann lassen sich alle möglichen Sorten Schiesspulver von rationeller Zusammensetzung hungen der Sätze P, Q und R in verschiedenen Verhältnissen betrachten. — Die Eigen- des Schiesspulvers leiten sich von den Eigenschaften der darin angenommenen Sätze P, R ab. — Die Verbrennung des Schiesspulvers ist also aus der Verbrennung der in dem- ngenommenen Sätze P, Q und R zusammengesetzt. P liefert die grösste Energie, Q die Wärme und R die grösste Gasmenge bei Vergleichung gleicher Gewichte. — Der Satz P nt nach Gleichung (I), der Satz Q nach Gleichung (II). Die Verbrennung des Satzes R aus mehreren Reactionen, deren Endresultat durch Gleichung (III) dargestellt wird. — Als mag das Pulver von Le Bouchet dienen. Die Zusammensetzung desselben lässt sich ie Symbole $P + Q + R$ ausdrücken, wenn man in der Kohle 75 Proc. Kohlenstoff an- Die Verbrennung dieses Pulvers erklärt sich dann in folgender Weise:

$$P = 4\,KNO_3 + 5\,C = 2\,K_2CO_3 + 3\,CO_2 + 2\,N_2$$
$$Q = 2\,KNO_3 + C + S = K_2SO_4 + CO_2 + N_2$$
$$R = 2\,KNO_3 + 3\,C + 2\,S = K_2S_2 + 3\,CO_2 + N_2$$
$$8\,KNO_3 + 9\,C + 3\,S = 2\,K_2CO_3 + K_2SO_4 + K_2S_2 + 7\,CO_2 + 4\,N_2$$

Es gibt Pulversorten, welche nur einen oder zwei der genannten Sätze enthalten. Frankreich verbrauchte Sprengpulver besteht nur aus Satz R, das braune westfälische aus 2 P + Q. — Die eigentliche Pulverexplosion besteht aus der Verbrennung der Sätze P Während der Verbrennung von Satz R wird Kaliumsulfat durch Kohlenstoff reducirt. Reaction erfordert Zufuhr äusserer Wärme und verläuft verhältnissmässig langsam. Pulver:

$$KNO_3 + 20{,}7\,C + 6{,}8\,S = 3{,}885\,K_2CO_3 + 13{,}8\,CO_2 + 1{,}428\,K_2SO_4 + 3\,CO + 2{,}686\,K_2S_2 \ldots$$

gibt demnach 24,8 Mol. Gase für 2082 g Pulver, somit für 1 g = 266,7 cc. — Die Wärm für jedes Verbrennungsproduct wird erhalten, wenn man den betreffenden Coëfficienten i Gleichung mit der Bildungswärme multiplicirt.

3,885 (K_2CO_3)	gaben	3,885 × 279 530 =	1 085 974 w
1,428 (K_2SO_4)	„	1,428 × 344 640 =	492 146
2,686 (K_2S_2)	„	2,686 × 108 000 =	290 088
13,810 (CO_2)	„	13,81 × 97 000 =	1 339 569
3,000 (CO)	„	3,00 × 29 000 =	87 000
			3 294 777 w
Geht ab die Bildungswärme von 16 Mol. Salpeter . .			1 911 680
			1 383 097 w

Diese Wärmemenge wird von 2082 k Pulver geliefert. Demgemäss gibt 1 k 1 383 097: 664,3 w. — 1 g des Pulvers, dessen Zusammensetzung durch die Symbole 16 KNO_3 + 6,8 gedrückt wird, liefert also 266,7 cc Gas und 664,3 w das Product beider: 266,7 × 664,3 = dient, nach dem Vorschlag Berthelot's, als Maass für die relative Leistungsfähigkeit. den gewonnenen Zahlen lassen sich die bezüglichen Gas- und Wärmemengen für einen Ge theil Pulver leicht finden. — Bei constantem Salpeter- und Schwefelgehalt wächst die Lei fähigkeit mit dem Kohlenstoff, und bei constantem Salpeter- und Kohlenstoffgehalt ver sich dieselbe, wenn die Menge des Schwefels grösser wird. —

Verbrennungstemperatur von Schwarzpulver im Vergleich mit Nitro lose berechnete Wuich (J. 1891, 440):

1) Schwarzpulver: $2\,KNO_3 + 3\,C + S = K_2S + 3\,CO_2 + 2\,N$
2) Pulver mit 1 Mol. Trinitrocellulose und 2 Mol. Dinitrocellulose: $C_6H_7(NO_2)_3O_5 + 2\,C_6H_8(NO_2)_2O_5 = CO_2 + 17\,CO + 10\,H_2O + 7\,N + 3\,H.$
3) Pulver mit 1 Mol. Trinitrocellulose und 1 Mol. Dinitrocellulose: $2\,C_6H_7(NO_2)_3O_5 + 2\,C_6H_8(NO_2)_2O_5 = CO_2 + 23\,CO + 15\,H_2O + 10\,N.$
4) Pulver mit 2 Mol. Trinitrocellulose und 1 Mol. Dinitrocellulose: $2\,C_6H_7(NO_2)_3O_5 + C_6H_8(NO_2)_2O_5 = CO_2 + 16\,CO + 11\,H_2O + 8\,N.$
5) Pulver aus reiner Trinitrocellulose: $2\,C_6H_7(NO_2)_3O_5 = 3\,CO_2 + 9\,CO + 7\,H_2O + \ldots$
6) Nobel'sches Ballistit (1 Th. Nitroglycerin, 1 Th. Dinitrocellulose): $10\,C_3H_5(NO_2)_3O_3 + 9\,C_6H_8(NO_2)_2O_5 = 26\,CO_2 + 58\,CO + 61\,H_2O + 48\,N.$
7) Nitroglycerin: $2\,C_3H_5(NO_2)_3O_3 = 6\,CO_2 + 5\,H_2O + 6\,N + \ldots$

Mit Rücksicht auf Wiedemann's Versuche über Kohlensäure (wonach die spec Wärme für je 1° um 0,000155 wächst) nimmt er diese Ziffer allgemein für die Verbren producte der Pulver an. Hieraus ermittelt er die Formel:

$$t = \frac{-c_0 + \sqrt{c_0^2 + 2\,Q_r . a}}{a}$$

worin c_0 = absolute specifische Wärme der Explosionsproducte,
Q_r = Wärmemenge, welche 1 k bei der Explosion abgibt (reducirte Wärmemenge),
a = 0,000155.

Werden in diese Formel die von Bunsen und Schischkoff (S. 579) gefun Werthe für c_0 = 0,18548 und für Q_r = 620 w eingeführt, so ergibt sich für das Schwarz als Verbrennungstemperatur t = 1874°; ferner:

Laufende Nummer:	2	3	4	5	6	7
t . . . . k	0,801	1,098	0,846	0,594	4,538	0,454
are Wärmemenge . . . w	806	862	914	1010	1133	1427
che Wärme c_0	0,2183	0,2146	0,2121	0,2064	0,2110	0,1971
nungstemperatur t^0	2110	2234	2329	2516	2697	3005
are Energiemenge E_r (red. giemenge in k/m)	341 744	365 488	387 536	428 240	480 392	605 048
ärmemenge Q_r' (vom absol. unkt ger.) für Schwarzpulver	866	920	972	1066	1190	1480

ie Wärmemenge Q_r' kann als Maass für die Kraftleistung angesehen werden, indem die ng nur von Q_r' abhängt und dieser Grösse direct proportional ist.
ie theoretische Arbeit von 1 k der Sprengstoffe [1]) ergibt sich zu:

Sprengstoff	Theoretische Arbeit mk	Werthverhältniss
ulver mit 62 Proc. Salpeter	242 335	1,00
it mit 75 Proc. Nitroglycerin	548 250	2,26
e mit 92 Proc. Nitroglycerin	766 913	3,16
ycerin	794 565	3,28

Nach J. Trauzl kann 1 k Schwarzpulver in einem Würfel von 100 mm Seite ein-bar, in 0,01 Secunde über 200,000 mk, 1 k Dynamit, einen Würfel von nur 90 mm Seite nend, schon in 0,00002 Secunde gegen 1 000 000 mk Arbeitsleistung entwickeln. Wollte B. durch Federn die Arbeit aufstapeln, welche 1 k Pulver in 0,01 Secunde zur Verfügung o müssten 10 Männer fast 1 Stunde lang in voller Thätigkeit sein. Um jedoch in dem vindend kleinen Zeittheilchen, in welchem 1 k Dynamit detonirt, dieselbe Leistung zu wären gegen 2000 Mill. Menschen oder gegen 300 Mill. Pferdestärken erforderlich. Beim des Menschen verbrennt 1 k Kohlenstoff zu Kohlensäure erst in etwa 50 Stunden. Hier, beim Verbrennen von 1 k Kohle in einem Ofen, werden ebenso wie bei der Explosion von namit etwa 8000 w, entsprechend einer Leistung von 3 000 000 mk entwickelt; nur ge- dies beim Dynamit in einem so kleinen Zeitraume, dass ausserordentlich hohe Tem-en entstehen, welche das Volumen der Gase und damit die Spannung ungeheuer ver-. Während 5 k Pulver, auf einer 19 mm-Eisenplatte angezündet, verpuffen, ohne dieselbe gen, schlägt 0,5 k Dynamit eine Eisenplatte von 26 mm vollkommen durch, wobei eine ng von über 10 000 Atm. wirkt. Vgl. J. 1885, 258; 1886, 326 u. 333.

ur Einleitung einer Explosion ist eine gewisse Anzahl von Schwingungen besonderer orderlich. Nach Guttmann explodirt Chlorstickstoff, wenn er in siedendes Wasser en wird. Bestreicht man ein winziges Papierstückchen mit Jodstickstoff, dessen ionstemperatur 100° ist, und lässt es von etwa 1 m Höhe aus frei zur Erde flattern, so irt es beim Berühren der Erde. Legt man ein solches Papierstückchen auf eine Bassgeige reicht die H-Saite, so bleibt es unbeeinflusst, es explodirt aber, wenn man die G-Saite t, welche eine grössere Schwingungszahl als 60 in der Secunde hervorruft. Wird eine ladung im verdämmten Bohrloche entzündet, so brennt sie schichtenweise so lange ab, bis sdruck und die Wärme Explosion bewirken.

Entzündet man solcherart Dynamit, so wird es bloss verbrennen, ohne zu detoniren. ıan sie auf einen Amboss und führt einen scharfen Schlag in einem Winkel (glancing blow), den alle Sprengstoffe der Praxis detoniren. Dynamit explodirt zwischen Stahl und Stahl ıer Schlagarbeit von 0,75 mk, Pulver bei einer solchen von 7,75 mk; während jedoch die sion durch das ganze Pulver sich fortpflanzt, detonirt Dynamit gewöhnlich nur an der vom e getroffenen Stelle. Lässt man über einer Schiessbaumwollladung eine Dynamit-e detoniren, so wird erstere bloss ausbrennen; umgekehrt wird Schiesswolle das Dynamit zur Explosion bringen. Jeder Explosivstoff hat eine bestimmte Temperatur, über welche er nicht plötzlich erwärmt werden kann, ohne dass er detonirt; diese Temperatur ist ür Jodstickstoff 100°, für Nitropräparate durchschnittlich 180 bis 184°, für Pulver zwischen ıd 320° u. s. w.

Sonstige Pulversorten. Wiederholt ist versucht, den Kalisalpete den viel billigeren aber hygroskopischen Natronsalpeter zu ersetzen. Von neuer schlägen seien folgende erwähnt:

Die Westfälisch-Anhaltische-Sprengstoffgesellschaft (J u. 1898) empfiehlt

Natronsalpeter	69 Proc.
Kalisalpeter	5
Schwefel	10
Steinkohlenpech	15
Kaliumbichromat	1

Der Sprengstoff, Petroklastit oder Haloklastit genannt, soll V vor dem Schwarzpulver haben. — Statt Pech können auch Oele verwendet werd

Diorexin von Pancera enthält (J. 1897):

Kalisalpeter	42,78 Proc.
Natronsalpeter	23,16
Schwefel	13,40
Kohle	7,49
Holzmehl	10,97
Pikrinsäure	1,65
Feuchtigkeit	0,55

Der Sprengstoff von Müller (J. 1898) besteht aus Schwefel, Carbolsäu peter, Salpetersäure, Holzmehl, Braunstein u. dgl.

Weit mehr Erfolg hat die Verwendung von Ammoniumnitrat, besond Sicherheitssprengstoffe (S. 601).

Kaliumchlorat kann, wie bereits S. 524 erwähnt, u. U. sehr heftig expl Es wurde vielfach für Sprengmittel verwandt; z. B. Kometpulver (Amerika)

Kaliumchlorat	75 Th.
Harz	25

Nach v. Stubenrauch (J. 1897) werden gemischt

80 Proc. chlorsaures Kalium,
5,5 bis 7,5 Proc. Theer,
12 bis 14 Proc. Kohle,
1/2 bis 1 Proc. kohlensaure Magnesia oder kohlensaurer Kalk.

Das rauchschwache Schiesspulver von v. Brauk (J. 1893) beste 100 Th. Kaliumchlorat, 12 Th. Harz und 25 Th. Caragheenmoosextract.

Die Société Bergès (J. 1898) will Kaliumchlorat mit Azobenzol, Di azopikrat, Nitronaphtalin u. dgl. mischen.

Pyrodiolit. Nach Turpin (J. 1899) geben 1 Mol. Kaliumchlorat und 1/ Calciumacetat nach der Krystallisation ein detonirendes Pulver mit geringer W entwickelung. Diese Stoffe mit Bichromaten gemischt geben Doppeloxydationsı Setzt man diesen Gemengen Chlorat, Kohle und Theer, sowie einen wärmeabsorbir Stoff zu, so entstehen flammlose Sprengmittel, z. B.: 35 g Doppelacetochlor Calciums oder Kaliums, 45 Kaliumchlorat, 5 Pflanzenkohle, 18 Gastheer, 15 bonat des Ammoniums oder Natriums oder Ammoniumoxalat. Oder: 35 g D chlorobichromat des Kaliums oder Ammoniums, 10 Kalium-, Natrium- oder Ammo acetat, 15 Kaliumchlorat, 15 Baryt oder Bicarbonat oder Oxalat, 5 Pflanzenkohl 18 Theer.

Als Promethen empfiehlt Jewler (J. 1898) mit Kaliumchlorat und Brau gefüllte Patronenhülsen, deren Inhalt unmittelbar vor dem Gebrauch mit Erdöl Terpentinöl getränkt wird.

arlson (J. 1897) empfiehlt folgende Mischungen: a) 60 Th. Holzkohlenpulver 70 Th. Ammoniumperchlorat, b) 1710 Th. Rohrzucker und 5640 Th. niumperchlorat, c) 168 Th. Dinitrobenzol und 470 Th. Ammoniumperchlorat. — chiessversuchen mit Abel-Trauzl's Brisanzmesser zeigte es sich, dass ngen, welche denjenigen unter a) am meisten gleichen, weniger brisant sind als it; die Mischungen, welche denjenigen unter b) am meisten gleichen, nähern sich ug auf die Brisanz dem Dynamit, und diejenigen, welche c) gleichen, übertreffen namit erheblich in Bezug auf die Brisanz und dürften sogar noch kräftiger sein roglycerin. Man kann deshalb mit einem Zusatz von z. B. Vaselin, welches die herabsetzt, in geeigneter Menge einen plastischen Sprengstoff erhalten von der , die man gerade wünscht.

ulverprobe. Um die Kraft des Schiesspulvers zu messen, die bei gleichen Bestand- von der mechanischen Bearbeitung abhängig ist, bedient man sich der Probemörser, der probe, der Hebelprobe, der Pendelprobe, des Chronoskops, der Bleiprobe u. s. w. [1]).
as Schiesspulver wird durch die sog. rauchlosen Pulver (S. 596) verdrängt.

uerwerkerei. Unter Feuerwerksätze versteht man in der Kriegs- und in der Lustfeuer- i Mischungen von brennbaren Stoffen, wie Kohle, Schwefel u. s. w. mit Sauerstoff ab- n, hauptsächlich Salpeter und Kaliumchlorat. Je nach ihrer Bestimmung nennt man diese gen Brandsätze, Zündsätze, Leuchtsätze u. s. w.

arbige Feuer. Gebräuchliche Mischungsverhältnisse sind:

	Grün	Roth	Gelb	Blau
Kaliumchlorat	32,7	29,7	—	54,5
Schwefel	9,8	17,2	23,6	—
Holzkohle	5,2	1,7	3,8	18,1
Baryumnitrat	52,3	—	—	—
Strontiumnitrat	—	45,7	—	—
Natriumnitrat	—	—	9,8	—
Kupfer-Ammon-Sulfat	—	—	—	27,4
Salpeter	—	—	62,8	—
Schwefelantimon	—	5,7	—	—

r Leuchtthürme hat sich eine Mischung von Baryumoxalat mit Kaliumchlorat bewährt. höne weisse Flamme, welche mit einem prachtvoll blauen Rande umgeben ist, erhält man hden aus 20 Th. Salpeter, 5 Th. Schwefel, 4 Th. Schwefelcadmium und 1 Th. Kohle. llium gibt eine grüne Flamme [2]).

troglycerin [3]). Das Nitroglycerin (Sprengöl, Pyroglycerin, Glyceryltrinitrat, $C_3H_5(NO_3)_3$, wurde i. J. 1847 durch Sobrero entdeckt, von A. Nobel 62 aber zuerst fabrikmässig dargestellt und als Sprengmittel in die Technik ein- .

ır Herstellung von Nitroglycerin dienen grosse, gelöthete Bleigefässe va 1 m Durchmesser und 1 m Höhe für die Verarbeitung einer Post von 100 k tem Glycerin von 31° B., 450 k Schwefelsäure mit 98 Proc. Monohydrat und Salpetersäure von 1,501 spec. Gew., wobei aus 100 Th. Glycerin 212 Th. ycerin erfolgen. Der Apparat enthält 100 m Kühlschlangen von 35 mm Quer- und ist mit einem Deckel geschlossen, durch dessen Glasfenster man den Verlauf

---

[1]) Vgl. Upmann: Das Schiesspulver; Guttmann: Explosivstoffe; ferner J. 1882, 408; 5 u. 401.

[2]) Es ist daran zu erinnern, dass das Zusammenreiben der Stoffe sehr gefährliche nen zur Folge haben kann. Die Materialien sind einzeln fein zu reiben und bloss mit d unter einander zu mengen.

[3]) J. 1880, 375; 1881, 341; 1882, 404 u. 407; 1883, 390; 1884, 371; 1886, 319; 1887, 38, 495 u. 499; 1891, 429. — Sicherheitsvorschriften: J. 1891, 447; 1892, 379; 0, 539; 1899, 478.

der chemischen Reaction beobachten kann. Die entstehenden Dämpfe entweichen einen Gasabzug ins Freie. Die Ballabene'sche Rührung mit Pressluft mün Boden des Gefässes und erhält die Flüssigkeit in fortwährender stürmischer Bew während das Glycerin durch ein Rohr einfliesst. Die Operationstemperatur ist 3 dient zur Kühlung gewöhnliches Brunnenwasser bei 30 Minuten Arbeitsda 100 k Glycerin. Seltener arbeitet man in Deutschland mit Posten von 200 k, d in Amerika mit solchen bis zu 2000 k in grossen ovalen offenen Kesseln, in den auf einer Welle ein Rad mit 8 Schaufeln an dem Umfange befindet, welche d fliessende Glycerin bei ihrer Umdrehung unter das Säuregemisch drücken. Di rührung gestattet die Anwendung von auf 34° erwärmtem Glycerin, welches v seiner Dünnflüssigkeit sich leichter mit den Säuren mischt, wodurch Zersetzun Apparate nicht mehr vorkommen, wozu auch die Reinheit des Glycerin und der beiträgt.

Einer kurzen Beschreibung der Nitroglycerinfabrik in Cengio, Italien, sei d bildung des Nitrirapparates (Fig. 504) entnommen. Zwar benutzt ma meist zwei und mehr Kühlschlangen, ersp Ablasshahn *R* und benutzt nur den heitshahn *S*. Das Glycerinzuflussrohr *g* Hahn *r* versehen; die Luftrührvorricht zeigt unten die siebförmige Lochung. Säure fliesst durch Rohr *m* zu. Das au Aussen gekühlte Bleigefäss trägt im Deck Thermometer *t* (J. 1890).

Fig. 504.

Früher geschah die Trennung Nitroglycerins von den Säuren a directem Wege durch Einlaufenlassen der Masse in einen Bottich mit Wasser, wobe die Säuren verloren gingen. Zur di Scheidung dienen meist grosse viereckige tr förmige Bleigefässe mit Glasfenster an der Seite und mit Glasdeckel versehen. Ein fuss mit Abflusshähnen dient zum Ablass Säuren und des Nitroglycerins und ermöglic scharfe Trennung beider, da die Trennungs deutlich sichtbar ist. Auf diese Weise werden 97 Proc. der rückerhältigen S wiedergewonnen. Die bei 25° stattfindende Trennung dauert etwa 1 Stunde. der im sog. Apparatschuppen stattfindenden Trennung fliesst das saure Nitroglyc den Filtrirschuppen und wird durch sorgfältiges Waschen von jeder Spur Säure b Die noch immer Spuren von Nitroglycerin enthaltenden Säuren gelangen in die scheidung. Die Reinigung des Nitroglycerins geschieht durch Einfliessenlassen in durch Luftrührung bewegtes Wasser in einem Bleibottich, nach 2- bis 3maligem W wechsel durch Anwendung von heissem Waschwasser, vollständiges Neutralisir Soda und Filtriren. In der Nachscheidung werden durch tagelanges Stehen der Säuren die letzten Reste Nitroglycerin beseitigt und wird zur Wiedergewinnu nächst der Salpetersäure ein Denitrificator angewandt, ein 4 m hoher, mit säure Gestein ausgekleideter Cylinder, in welchem über Bimssteine oder Koks die Säure strömt entgegen eingeführter Luft und Wasserdampf, durch welche sich die Säu Salpetersäure von etwa 36° B. und Schwefelsäure von 56° B. spalten und als producte verkauft werden. Behufs noch besserer Verwendung der Säuren werd selben nach Verlassen der Nachscheidung einer Reinigung unterworfen und ihr Sti

durch Zusatz von Salpetersäure auf ein gewünschtes Maass erhöht, so dass sie zur ation von Nitrocellulose u. s. w. verwandt werden können. Die erfolgenden Ab-en dienen zur Darstellung von 48° B. Salpetersäure aus Chilisalpeter, bei welcher nheit ihr Stickstoffgehalt in für die Nitroglycerinerzeugung geeigneter Form gewonnen wird.

urz empfahl das Glycerin mit Luft emulsirt in die Säure einzutreiben. In der fabrik zu Vonges mischt man nach Boutmy das Glycerin zunächst mit Schwefel-nd führt das erhaltene Sulfoglycerin in die Salpeterschwefelsäure. Die Tempe-höhung beträgt dann nur 21°, beim directen Verfahren dagegen 41°. In englischen en hat sich das Verfahren jedoch nicht bewährt (J. 1892, 379).

igenschaften. Nitroglycerin bildet ein farbloses Oel; das technische Product ist elblich. Spec. Gew. 1,6. Im Wasser ist es unlöslich, löslich dagegen in Alkohol, Aether . Der Kälte ausgesetzt, krystallisirt es in langen Nadeln. In dünner Schicht aus-n, lässt es sich nur schwierig entzünden und brennt nur theilweise ab; es lässt sich durch iges Erwärmen ohne Zersetzung verflüchtigen. Nach de Bruyn (J. 1896) siedet es nter 200°, explodirt aber schon bei 190° [1]).

ach Cronquist (J. 1894) hängt die Empfindlichkeit des Nitroglycerins gegen den Stoss Temperatur ab; unter der Ramme und zwischen Stahlplatten detonirt Nitroglycerin bei er 0,6 bis 0,7 mk, bei 15° unter 0,8 mk, bei 0° (ganz gefroren) unter 1,0 bis 1,5 mk, da-bei 10 bis 12°, im Gemenge von flüssigem und festem Oel, bereits unter 0,3 bis 0,4 mk. sem Grunde erhält man mit gefrorenem Nitroglycerin beim zweiten Rammenschlage eine Detonation, nachdem ein Theil des festen Sprengstoffes beim ersten Schlage aufgethaut , so dass der zweite ein Gemenge von festem und flüssigem Oele trifft. Die Ursache rösseren Empfindlichkeit des Gemenges liegt in der Härte der Nitroglycerinkrystalle [2]).

ır Verwendung lässt man das Nitroglycerin von porösen Stoffen aufsaugen. Zu den stoffen mit inactivem Aufsaugestoffe gehören u. A. Kieselguhrdynamit mit . Kieselguhr und 75 Proc. Nitroglycerin; Lithofracteur, Kieselguhrdynamit mit von Schwarzpulver; Lithofracteur und Dualin von Dittmar, mit Sägespänen als gestoff und Salpeterzusatz; Carbodynamit. Eine grosse Anzahl neuer Sprengpräpa- durch Zusatz von salpeter- und chlorsauren Salzen, Schwefel, Schwefelmetallen, orga- Stoffen u. s. w. zu Mischungen entstanden, welche die Wirkung des Nitroglycerins n sollen. Sprengstoffe mit activem Aufsaugestoff (S. 592).

itroglycerin wirkt giftig; schon in sehr kleinen Dosen verursacht es heftigen Kopf-. Bei der Explosion scheint ein Theil unzersetzt verflüchtigt zu werden; ausserdem ent-lie Sprenggase stets Kohlenoxyd (J. 1888, 500).

chiessbaumwolle [3]). Schiessbaumwolle (Pyroxylin, Fulmicoton) wurde 1846 eitig von Schönbein und von Böttger entdeckt. Die Baumwolle wird zu- durch Kochen mit Sodalösung gereinigt. Zur Nitrirung wird 1 Th. Salpeter-1,516 spec. Gew.) und 3 Th. Schwefelsäure (1,842 spec. Gew.) genommen. Im

---

Nach Versuchen von Champion (1871) verhält sich das Nitroglycerin beim Erwärmen nder Weise:

bei 185° siedend, unter Entwickelung gelber Dämpfe,
„ 194° langsame Verflüchtigung,
„ 200° rasche Verflüchtigung,
„ 218° lebhaftes Verbrennen,
„ 241° Detonation (schwierig),
„ 257° heftige Detonation,
„ 267° schwächere Detonation,
„ 287° schwache Detonation mit Flamme.

hglühhitze geht das Nitroglycerin in den sphäroïdalen Zustand über und verflüchtigt sich etonation.

) Prüfung von Nitroglycerin, Dynamit u. dgl. J. 1880, 379; 1881, 331; 1882, 83, 401 u. 413; 1884, 374; 1886, 321; 1895, 462.

) J. 1880, 374 u. 380; 1881, 342; 1882, 420; 1883, 390 u. 397; 1884, 377; 1886, 322; 91; 1891, 431.

Nitrirraume stehen dicke Backsteinwände, an welchen für jedes Nitrirgefäss ein derer Hohlraum (in Waltham-Abbey eine lange offene Rinne) angebaut ist und i kaltes Wasser fliesst. In diese Hohlräume kommen viereckige, gusseiserne Nitrir die an ihrem rückwärtsigen Theile einen Rost tragen. Man arbeitet mit der 25fach grösseren Säuremenge als nothwendig, also etwa 70 k. In diese wi kleine Menge Baumwolle, gewöhnlich 0,5 bis 2 k eingetragen, mit einer Eis herumgerührt, und nach beendigter Nitrirung mit der Gabel auf dem Roste ausge Da die Wolle trotz des Ausdrückens noch das 11fache ihres Gewichtes an Säure verbraucht, theils aufgesaugt hat, so wird ungefähr eine gleiche Menge in das gefäss nachgeschüttet. Nach etwa 20 Beschickungen wird gewöhnlich das ganze gemisch erneuert. Die Zeitdauer des Eintragens richtet sich nach der Menge einmal zur Nitrirung gelangenden Baumwolle, und ist das Eintragen so langsam nehmen, dass eine Ueberhitzung nicht stattfindet. Solche locale Ueberhitzung aber selbst bei der sorgfältigsten Durchführung nicht zu umgehen, da die Säure unter derselben gepressten Baumwollklumpen nicht rasch genug einzudringen v Die nitrirte Wolle wird dann von dem grössten Theile der Säure durch Schl befreit, von wo sie so rasch als möglich in eine Waschmaschine gelangt. Ma Acht haben, dass die saure Wolle stets unter Säure oder Wasser sich befinde mindestens gut bedeckt ist, sonst nimmt sie rasch Feuchtigkeit auf und zersetzt sic wenn einmal eine Zersetzung begonnen hat, so ist es fast unmöglich, sie aufzu Bei dieser Zersetzung entwickeln sich grosse Massen rother Dämpfe, und es deshalb entsprechende Vorkehrungen für Ventilation und Rettung getroffen sei wärmer die Mischung und je weniger flüssige Säure sie enthält, desto leichter zers ist sie; deshalb fangen Centrifugen am leichtesten Feuer an warmen und fe Tagen und seltener im Winter, ausgenommen Wasser, Oel oder andere fremd stanzen fallen hinein.

Bei Verwendung von je 50 k Baumwolle ist nach Angabe der Ges. N (J. 1894) das Gefäss A (Fig. 505 bis 508) entweder ein mit Blei ausgeschlagener bottich oder ein Behälter aus Eisen oder Thon auf einem Gestell anzuordnen. Das gefäss B ist am besten etwa 15 mm stark aus Gusseisen herzustellen und sind au

Fig. 505.

Fig. 506.

Fig. 507.

Fig. 508.

in dasselbe eingesetzten gelochten Cylinder R und R_1 von ähnlicher Stärke zu ne Das Gefäss B ist auch auf einer Unterlage derart aufzustellen, dass der Hahn b zugänglich ist. Der grosse Deckel hat correspondirende Ausnehmungen mit de gebogenen Oberrand des Gefässes und ist an dasselbe mittels einer Bleidichtung Kopf- und Mutterschrauben zu befestigen. Der Deckel der Arbeitsöffnung o mittels Kautschuk oder einer anderen Dichtung durch einen starken Bügel lu aufgesetzt werden. C ist ein gewöhnliches gusseisernes Montejus und in die Erd

en. Die grossen Hähne $a\,b\,c$ und d sind aus Thon und in Bleidüsen eincementirt. chlagen werden sie an die Rohrstutzen der Apparate angeflantscht und ausserdem irbel durch Bügelschrauben fixirt. Die kleinen Hähne der Luftleitungen können ssmetall hergestellt sein. — Die zur Nitrirung nöthige Menge Salpetersäure und felsäure wird entweder in dem Gefäss A direct zusammengegossen oder aus dem Montejus (bei geschlossenem Hahn a) mittels Druckluft nach A gedrückt, wo das emisch durch Luft innig durchgerührt werden kann. Durch die Arbeitsöffnung er Nitrirapparat mit gereinigter trockener bez. gekrempelter Baumwolle, die hst fest gepresst wird, gleichmässig beschickt und dann die Arbeitsöffnung voll- abgedichtet verschlossen. Nun wird der Hahn b geöffnet und mittels eines strahlgebläses, einer Wasserstrahlluftpumpe, einer gewöhnlichen Luftpumpe oder nes mit comprimirter Luft zu betreibenden thönernen „Körtings“ nicht nur in C, auch in B ein Vacuum erzeugt, wodurch natürlich auch selbst aus dem Lumen umwollfaser die Luft entfernt wird. Zeigt nun ein an geeigneter Stelle ange- s Vacuummeter nahe die Luftleere an, so wird b geschlossen und a geöffnet. h dringt die Säure durch ihr Eigengewicht, unterstützt durch das erzeugte n, in den mit Baumwolle gefüllten, aber luftleeren Raum von B, und es füllt in sehr kurzer Zeit bis oben. Je nach der Grösse des Apparates theilt sich vom ab das Säurezuströmrohr in zwei oder vier Rohre, welche an die entsprechenden, l an dem Apparatdeckel angebrachten Flantschenstutzen befestigt werden, so e Säure von zwei oder vier Seiten gleichzeitig eindringt. Mit der letzten, ganz Säure bleibt die Baumwolle nach Schliessung von b so lange stehen, bis der ge- te Stickstoffgehalt der Nitrocellulose erreicht ist, was viel eher eintritt, als wenn er alten Methode gearbeitet wird. Hierauf wird bei geöffneten Hähnen a und b ls mittels des erzeugten Vacuums die überschüssige Säure abgesaugt. Die Säure ird mit der nöthigen Menge Zusatzsäure gemischt, je nach der Einrichtung ent- nach A oder nach A_1 einer zweiten Apparatanordnung für eine nächste Operation kt. Nun kann entweder nach Oeffnen der Arbeitsöffnung von B unter Absaugung redämpfe durch die Pumpe die noch saure Nitrocellulose herausgenommen und chholländer oder Rührbottich gebracht werden, oder es kann die Fabrikation so chtet werden, dass nach Entleerung von C in ein anderes Gefäss man A bei ge- enem Hahn a mit Wasser füllt, in C und B wieder ein Vacuum erzeugt und durch en Vorgang, wie früher die Säure, nun das Waschwasser durchsaugt, nur dass b stets geöffnet bleibt.

ie Nitrirvorrichtung von Wunderlich (J. 1893) erinnert an eine Woll- aschine. — Nach Liedbeck (J. 1898) wird die Nitrirung der Cellulose gleich- mit dem Zermahlen in dem Holländer vorgenommen. Die Holländer sind, um rbreiten von Säuredämpfen in dem Arbeitsraume zu verhindern, mit einer Haube ckt, die mit einem besonderen Abzugsrohre für die Dämpfe verbunden ist. Der heil des Holländers ist mit einem Kühlmantel umgeben, damit die Nitrirung bei chter Temperatur stattfinden kann. Das Säuregemisch wird in den Holländer eingelassen und dieser dann in Bewegung versetzt, wonach die Cellulose, je nach rtgang des Mahlens, allmählich zugesetzt wird, bis die für die Operation be- e Menge der Cellulose eingeführt worden ist.

ie Nitrirschleuder von Selwig & Lange (J. 1892) unterscheidet sich h von ähnlichen Apparaten, dass bei derselben der Säurebehälter wie bei einem lichen Nitrirapparat feststeht und eine gelochte Schleudertrommel der gebräuch- Construction in demselben drehbar angeordnet ist. In diese Trommel, deren sich durch die Löcher im Mantel ebenfalls mit Säure anfüllt, wird der zu- de Stoff eingetragen, darauf der Nitrirprocess in bekannter Weise geleitet und

nach Beendigung desselben die Säure aus dem Behälter abgelassen. Sodann Trommel in schnelle Umdrehung versetzt und so die von dem Nitrirproduct aufg Säure durch Abschleudern entfernt. *B* (Fig. 509) ist der cylindrische, mit s eisernem Kühl- oder Wärmemantel *C* versehene, im Uebrigen gusseiserne Säureb welcher gleichzeitig das Gestell des ganze rates bildet. Der Boden desselben ist und an der Entleerungsöffnung *D*, welche der tiefsten Stelle desselben befindet, ist de ablasshahn *H* angebracht. *A* ist die th Schmiedeisen, theils aus Gusseisen ange Schleudertrommel, welche den Säureb möglichst ausfüllt. Die Spindel, auf wel Trommel befestigt ist, geht durch den Boden des Säurebehälters aufstehenden, ce kegelförmigen Aufsatz *L* hindurch nach wo sie die Antriebsriemscheibe trägt und ein Spurlager unterstützt wird. Ihr Halsl der Einwirkung der Säure dadurch entzoge der obere Rand des Aufsatzes *L*, in welc angeordnet ist, über dem Säurespiegel lieg ringförmiger, bis über den Innenrand der T *C* hinüberreichender Deckel *F* über dem behälter verhindert, dass beim Eintrag nitrirenden Materials in die mit Säure an Trommel etwas davon in den Zwisch zwischen letzterem und dem Mantel *C* fällt. der über dem Behälter angeordnete Dunstfang (Giftherd), welcher mit der se Arbeitsthür *K* versehen ist und welcher behufs Absaugens der Säuredämpfe ol dem Exhaustor verbunden ist, *G* ist ein gleichfalls zu letzterem führendes Rohr, in den Deckel *F* einmündet und die während des Schleuderns auftretenden Säure abführt. *E* ist das Säurezuflussrohr, welches durch die Hähne N_1 N_2 N_3 m drei verschiedenen Säurebehältern verbunden ist. Das Nitriren findet in dem A in genau derselben Weise wie in gewöhnlichen Nitrirapparaten statt. Nach gung des Nitrirprocesses wird der Hahn *N* behufs Ablassens der überflüssigen geöffnet, die Trommel in Umdrehung versetzt und so die letzte Säure aus dem Ni ausgeschleudert, welches darauf aus der Trommel herausgenommen und wie gewaschen wird. — Schleuder von Kron (J. 1893) und Sudenburger Maschine (J. 1891, 431).

Fig. 509.

In Waltham-Abbey wird die nitrirte Wolle ausgeschleudert, hierauf gibt man sie i grossen Waschbottich mit Wasser, in welchem ein Schaufelrad ist; sodann wird sie ein Mal ausgeschleudert. Ist dies geschehen, so kommt sie in andere Waschbottiche, in Wasser durch Dampfröhren erwärmt wird, welchem Soda, Kalk und Schlemmkreide zu sind, um die letzten Säurespuren zu neutralisiren. Von hier kommt die Wolle in Ho wie sie in Papierfabriken gebräuchlich sind, um daselbst die verfilzte Schiesswolle in einer Zeugbrei zu verwandeln.

Das Trocknen von Schiesswolle ist gefährlich, wenn es mit unzweckm Mitteln ausgeführt wird. Es wird allgemein angenommen, dass das Trocknen bei höheren Temperatur als 40° stattfinde. Wenn ein Strom warmer Luft übe Schiesswollschicht streicht, so wird diese elektrisch, und die meisten, wenn nic Brände in Schiesswolltrockenhäusern sind wahrscheinlich dem zuzuschreiben, das es unterlässt, die Elektricität abzuführen.

Nach Versuchen der Zellstofffabrik Waldhof (J. 1892) ist es für die Her-
g von Cellulosehexanitrat, $C_{12}H_{14}(NO_3)_6O_4$, wesentlich, dass der Zellstoff (Sulfit-
ein und gleichmässig vertheilt ist. Die Fabrik reinigt daher die Holzfaser, in-
e das zerkleinerte Holz mit saurer schwefligsaurer Kalklösung behandelt, dann
lorkalklösung bleicht, nach dem Auswaschen mit verdünnter Aetznatronlauge
und dann die Masse nochmals mit Alkohol reinigt. Die sorgfältig gewaschene
nn getrocknete, fast völlig farblose Cellulose wird sodann in eine gleichmässige,
artige Fasermasse verwandelt, die bei gelindem Druck sich zu Flocken ballt, mit
aber sofort zu einem gleichmässigen, losen Brei zerfällt und nach dem Nitriren,
schen und Trocknen ein Product liefert, welches bei längerem Erwärmen auf 70°
das Jodkaliumstärkepapier bläuende, nitrose Zersetzungsproducte mehr abgibt. —
hütz (J. 1893) behandelt die Cellulose mit Säuren und Alkalien, Kallivoda
93) mit Kaliumpermanganat und Salpetersäure.

ur Darstellung gelatinirter Nitrocellulose wird nach Voswinkel (J. 1894)
mwolle in 25 bis 30 k einer Lösung aus gleichen Theilen Zinkchlorid, Essigsäure und
der Salpetersäure eingetragen. Sodann stellt man das Gemisch 3 bis 4 Tage bei einer
atur von 10 bis 15° bei Seite. Nach dieser Zeit ist das Ganze zu einer gelatinösen Masse
. Diese wird durch Kneten und Waschen mit Wasser so lange gereinigt, bis das ab-
le Wasser nicht mehr sauer reagirt. Dann wird das Product getrocknet bez. nass weiter
itet.

itrirtes Haferstroh (J. 1889, 473).

ute als Rohstoff für Schiesswolle empfiehlt Mühlhäuser (J. 1892). Man
elt die mit Natron gereinigte Jute am besten mit 15 Th. einer Salpeterschwefelsäure,
aus 1 Th. Salpetersäure von 1,5 spec. Gew. und 2 Th. conc. Schwefelsäure von 1,84 spec.
esteht. Das durch Waschen mit Wasser und verdünnter Sodalösung von aller Säure
und getrocknete Product stellt eine helle, bräunlich gelbe, aus unendlich vielen
n bestehende Wolle dar, welche der Hauptsache nach aus Pentanitrocellulose,
$)_5(ONO_2)_5$, besteht. Die Wolle ist unlöslich in Wasser, unlöslich in Aether, Benzol und
. Sie löst sich aber in Essigäther und bildet damit eine Gelatine, ebenso mit Nitrobenzol.
eise ist das Präparat in Aetheralkohol löslich. An der Luft entzündet, brennt die Wolle
und rauchschwach ab. Explosionsversuche zeigten, dass mit Nitrojute ähnliche Wir-
erzielt werden können wie mit Schiessbaumwolle. Durch Alkalien wird die Nitrojute
, dabei zeigt es sich, dass das Alkali dem einmal angegriffenen Molecül alle NO_2-Gruppen
ht einen Theil derselben entzieht. — Leuschel (J. 1899) will Muscineen und Sphagneen
iten.

ie Schiessbaumwolle hat das Ansehen gewöhnlicher Baumwolle und ist selbst unter
kroskop nicht von derselben zu unterscheiden. Sie ist in Wasser, Alkohol und Essig-
nlöslich, schwer löslich in reinem Aether, löslich in alkoholhaltigem Aether und Essig-
Bei längerem Aufbewahren erleidet die Schiessbaumwolle leicht eine freiwillige Zer-
, die sogar mit einer Selbstentzündung endigen kann. Häufig lässt sich die Schiessbaum-
ei 90 bis 100° ohne Gefahr der Entzündung trocknen, während die Entzündung schon bei
gekommen sein soll. Die fürchterlichen Explosionen in Le Bouchet und Faversham, wo
peratur des Trockenraumes nicht über 45 bis 50° steigen konnte, machen die grösste Vor-
im Trocknen der Schiessbaumwolle nothwendig. Sie entzündet sich durch starken Stoss
lag. Die Schiessbaumwolle ist sehr hygroskopisch und lässt sich selbst längere Zeit
Vasser aufbewahren, ohne ihre explosiven Eigenschaften einzubüssen. Während Schiess-
olle oft als Trinitrocellulose, $C_6H_7(NO_2)_3O_5$, angesehen wird, ist dieselbe nach
ls Cellulosehexanitrat, $C_{12}H_{14}O_4(NO_3)_6$, aufzufassen, Collodiumwolle dagegen
ich als Tetranitrat, $C_{12}H_{16}O_6(NO_3)_4$. (Vgl. J. 1886.) Nach Hoitsema (J. 1898)
er Stickstoffgehalt der Schiessbaumwolle bis zu einem Gehalt steigen, welcher dem einer
lung $C_6H_7O_2(NO_3)_3$ = 14,14 Proc. N nahe kommt. Lunge (J. 1899) bestätigt die An-
n Vieille, dass die höchste durch Nitrirung mit Salpeterschwefelsäure zu erreichende
gsstufe $C_{24}H_{29}O_9(ONO_2)_{11}$ ist. Die durch Nitriren mit Gemischen von conc. Schwefel-
nd conc. Salpetersäure entstehende Pentanitrocellulose ist in Aetheralkohol unlöslich;
lichkeit der in diesen Gemischen entstehenden Producte scheint erst zu beginnen, wenn
alt an Stickstoff auf etwa 190 cc NO heruntergeht. Die Annahme, dass in diesem Körper
misches Individuum, die Enneanitrocellulose (C_{24}) vorliegt, ist ebenso berechtigt, wie die
e einer Tetra- oder Trinitrocellulose nach Eder. Durch Methoden, bei denen die
llulose bez. die Cellulose in Lösung gebracht werden, gelingt es hingegen, zu Nitro-

derivaten einfacherer Cellulosen zu kommen, die dem Stickstoffgehalte nach als Penta cellulose anzusprechen sind und die in Aetheralkohol und sogar in reinem löslich sind.

Die Schiessbaumwolle hat sich als Ersatz für das Schiesspulver erst ne bewährt. Die günstigsten Resultate wurden bei der Anwendung der Schiessbaumw Sprengen erhalten[1]). Zur Herstellung der sog. comprimirten Schiessbaumwo die Schiessbaumwolle durch Auswaschen in Wasser und einer sehr verdünnten Alka gereinigt, in einer der Stoffmühle (Holländer) der Papierfabriken ähnlichen Maschine zer und dann zu Blättern, Scheiben, Cylindern u. dgl. geformt, dann gepresst. Wolff in W taucht gepresste Schiessbaumwolle in Essigäther, Nitrobenzol u. dgl., um sie mit einem s den Ueberzuge zu versehen. Schiessbaumwolle wird jetzt wesentlich zur Herstellung von schwachem Schiesspulver verwendet (S. 596).

Sprenggelatine wird dadurch hergestellt, dass man Nitroglycerin in Kupferpfan 60° erwärmt, Nitrocellulose bis zur Entstehung einer zähen Masse einmengt, die Mas 6 Stunden in den Pfannen liegen lässt, unter denen öfters das Wasser von 90 bis 97° ge wird, bis die Masse ein vollständig durchscheinendes Ansehen erhält, und sie dann no 3 Tage in einem auf 50° erwärmten Raume aufbewahrt wird. Ein grosser Uebelstand blei die Sprenggelatine geneigt ist, nach kürzerer oder längerer Lagerung Nitroglycerin aust lassen und an Brisanz zu verlieren (z. B. schon nach 8tägiger Lagerung), welche sich al wieder durch Erwärmen der Sprenggelatine auf 50° erhöhen lässt, aber nie auf die urspri Stärke. Bei anhaltendem Erhitzen auf 70° bläht sie sich schwammförmig auf und zerse unter Ausstossen von rothen Dämpfen allmählich, wenn sie sich nicht vorher entzündet u brennt, was u. a. eintritt, wenn man sie in Blechkästen im Sommer in die Sonne stellt. L durch das Austreten von Nitroglycerin aus der Masse sind in Magazinen und beim Tr dieses Sprengstoffes Explosionen vorgekommen (Homberg, Ramsbeck, Langen, Massana hat sich deshalb die Sprenggelatine als Sprengstoff nur wenig eingebürgert.

Gelatinedynamit fabricirt man aus Nitroglycerin mit 3 Proc. Nitrocellulose, mit 33 Proc. Wasser verarbeitet wird, indem man unter Kupferpfannen Wasser von 97° lässt und, wenn sich das Nitroglycerin in ersteren auf 50 bis 60° erwärmt hat, die Nitroc mit den Händen einmischt. Nach einstündiger Erwärmung entsteht eine syrupartige Ma die man Salpeterpulver einmengt.

Mit Erfolg ist die Schiessbaumwolle zum Filtriren starker Säuren und ähnlicher sowie mit einer Lösung von Kaliumpermanganat getränkt, als Desinfectionsmittel fü riechende Wunden verwendet worden.

Beständigkeit der Schiessbaumwolle. Dambergis (J. 1898) hat 72 von seit 15 Jahren von der griechischen Marine aufbewahrter Schiessbaumwolle unte Der Stickstoffgehalt betrug in den Proben der feuchten Schiessbaumwolle 12,63 bis 12,9 und in der trockenen 12,6 bis 12,8 Proc. Auch im Uebrigen war die 15 Jahre alte Wol gut. Nach Thomas (J. 1898) enthält nasse Schiessbaumwolle meistens 10 bis 15 Proc. Fe keit; zur Erhöhung der Beständigkeit wird ihr zuweilen bei der Fabrikation nach der ständigen Auswaschen der Säure 1,5 bis 2,5 Proc. Kreide zugefügt mit der Absicht, jed Säure, welche durch Selbstzersetzung der Schiessbaumwolle entstehen könnte und welche, entstanden, die Selbstzersetzung sehr beschleunigen würde, sofort zu neutralisiren und au Weise unschädlich zu machen. Nach einiger Zeit enthält sie aber Nitrat und Nitrit. Ve ergaben, dass die nasse, mit Kreide gemengte Schiessbaumwolle fortwährend in einer seh samen Zersetzung begriffen ist, welche durch Erhöhung der Temperatur und durch Erh des Procentsatzes an Kreide beschleunigt wird. — Guttmann (J. 1898) verwirft den von Kreide.

Untersuchung. Um zu bestimmen, ob ein Explosivstoff bei Temperaturen zer lich ist, welche unter gewöhnlichen Bedingungen der Aufbewahrung und des Gebr vorkommen können, wurden verschiedene Mittel vorgeschlagen, von denen alle die Geg von salpetriger Säure anzeigen sollten. In Oesterreich ist es gesetzlich vorgeschrieben, jeder Kiste Dynamit ein Streifen Lackmuspapier sich befinde, so dass bei Oeffnen der Ki Lagerverwalter sehen könne, ob das Dynamit sauer wurde oder nicht. Hess erwärm Explosivstoff und führte die Dämpfe in eine Lösung von Jodkalium (J. 1889, 481). In e anderen Ländern wird der Explosivstoff Temperaturen zwischen 100 und 135° während Zeitraumes von einem Tage bis zu einer Woche ausgesetzt, und die Abwesenheit rother D gilt als ein Zeichen der Beständigkeit des Explosivstoffes. In Grossbritannien hat das Minis des Innern eine Probe vorgeschrieben, welche Jedermann, der mit Explosivstoffen zu thu

1) Zum Füllen der Torpedos findet die gepresste Schiessbaumwolle ausgedeh Anwendung.

ist, nachdem sie in fast allen Ländern angenommen wurde. Sie besteht darin, dass der stoff in einem Probirgläschen bei einer bestimmten Temperatur (gegenwärtig $76^{2}/_{3}{}^{0}$ für umwolle und $82^{2}/_{9}{}^{0}$ für die meisten anderen Explosivstoffe) erwärmt, und die Anzahl ten bemerkt wird, welche bis zum Erscheinen einer braunen Linie von gewisser Intensität die auf einem mit einer Lösung von gleichen Theilen Glycerin und Wasser befeuchteten einem Glashaken durch einen Kautschukstöpsel hindurchgesteckten Stücke Jodkalium-isterpapier erscheint. In Deutschland wird Zinkjodidstärkepapier statt Jodkalium-rwendet.

ch Guttmann (J. 1897) können eine grosse Menge von Bestandtheilen in rauchlosen enthalten sein, welche die Jodkalium-Wärmereaction verhindern; besonders er, Aceton und Oele, aber auch Vaselin, Anilin und verschiedene andere. Je grösser e des Pulvers, desto schwieriger ist es, das bei der Erzeugung verwendete Lösungs- verjagen. Manche Pulver halten bis zu 1 Proc. Aceton, Essigäther u. s. w. zurück, nur einen kleinen Bruchtheil eines Procentes. Obwohl eine so geringe Menge des nittels sich durch den Geruch nicht merkbar machen wird, so wird sich doch, wenn das emahlen und im Probirröhrchen erwärmt wird, zeigen, dass eine gewisse Menge des nittels stets im Innern der Pulverkörner zurückgehalten wurde. Dieses Lösungsmittel anderer geeigneter Bestandtheil, wenn er auf Jod einwirkt, wird die Bildung der braunen dem Reagenspapiere verhindern, weil, sobald Jod durch salpetrige Säure entwickelt Lösungsmittel oder der Bestandtheil es auch wieder verschwinden macht.

ttmann empfiehlt statt dessen folgende Diphenylaminprobe: Man nimmt 0,1 g irtes Diphenylamin, gibt es in einen Kolben mit weitem Halse und eingeriebenem Stöpsel, c verdünnte Schwefelsäure (1 : 4) hinzu und gibt das Fläschchen in ein Wasserbad, das is 55⁰ erwärmt ist. Bei dieser Temperatur schmilzt das Diphenylamin und löst sich der verdünnten Schwefelsäure, wonach der Kolben herausgenommen, der Inhalt gut lt und abgekühlt wird. Nach dem Abkühlen fügt man 50 cc doppelt destillirtes Glycerin hüttelt wohl und bewahrt die Lösung an einem dunklen Orte. — Zur Wärmeprobe ie zu prüfenden Explosivstoffe fein zertheilt. Rauchlose Pulver sind in einer Glocken-affeemühle) so fein als möglich zu mahlen und zu sieben. 1,5 g des Explosivstoffes (vom iebe im Falle von rauchlosem Pulver) werden abgewogen und in ein Probirglas gegeben. von gut gewaschenem und getrocknetem Filterpapier, 25 mm lang, 10 mm breit, werden Glasstange mit Haken aufgehängt. Ein Tropfen Diphenylaminlösung wird mit einem aufgenommen und die oberen Ecken des Filterpapieres damit berührt, so dass, wenn Tropfen zusammenlaufen, ungefähr $^{1}/_{4}$ des Filterpapieres befeuchtet ist. Dieses wird las Probirglas gesteckt und dieses wieder in das vorher auf 70⁰ erwärmte Wasserbad. tion soll in frühestens 15 Minuten sich zeigen, sie beginnt damit, dass der feuchte Theil eres eine grünlichgelbe Farbe annimmt und von diesem Augenblicke an soll das Papier beobachtet werden. Nach 1 oder 2 Minuten wird ein dunkelblauer Streifen plötzlich an nungslinie zwischen dem feuchten und dem trockenen Theile des Filterpapieres er- und dies ist der Zeitpunkt, welcher bemerkt werden soll.

itsema (J. 1899) empfiehlt ebenfalls Diphenylaminproben.

odiumwolle. Maynard benutzte die Auflösung der Schiessbaumwolle in Aether und lkohol als klebendes Mittel und bezeichnet dasselbe mit dem Namen Collodium oder r. Man übergiesst 20 Th. gepulverten Salpeter mit 31 Th. Schwefelsäure von 1,835 bei 15⁰ und rührt beide so lange um, bis der Salpeter zergangen ist. In die g, deren Temperatur höchstens 50⁰ betragen darf, trägt man alsdann die Baumwolle ein itet gut durch, worauf man den Cylinder mit einer Glasplatte bedeckt und das Ganze 24 Stunden lang bei einer Temperatur von 28 bis 30⁰ stehen lässt. Das Gemenge wird em Wasser so lange ausgewaschen, bis die zurückbleibende Wolle nicht mehr sauer Die noch feuchte Wolle wird zuletzt durch die Behandlung mit kochendem Wasser von en Spuren schwefelsauren Kalis befreit. Gewöhnlich wendet man zum Lösen von umwolle ein Gemisch von 18 Th. Aether und 3 Th. Alkohol an. — Die Collodiumwolle r Bereitung des Collodiums, und in neuerer Zeit zur Fabrikation des Celluloids).

trostärke soll ein vorzügliches rauchfreies Schiesspulver geben. Zur Her-ng von Nitrostärke wird nach Angabe der Act. Dynamit Nobel lstärke bei 100⁰ getrocknet, gemahlen, hierauf bei 20 bis 25⁰ unter beständigem in Salpetersäure von 1,501 spec. Gew., und zwar in dem Verhältniss von 10 k auf 100 k Salpetersäure gelöst. — Zur Fällung der gelösten Stärke wird die

Wärmeproben mit verschiedenen rauchlosen Pulvern ergaben
Temperatur 80°. Versuchsmenge 1,500 g.
J = Jodkaliumpapier, G = Guttmann's Diphenylaminpapier.

Name des Pulvers	Bemerkungen	Zusammensetzung	Dauer J
Schiessbaumwolle von Waltham Abbey	—	—	9
Schultze	kleine weisse Körner	Holznitrocellulose u. Salpeter	16
E. C. altes Fabrikat	vom Jahre 1882, kleine gelbe Körner	Nitrocellulose und Salpeter, ohne Campher	10
E. C. Nr. 1	18 Monate alt, graue grosse Körner	dgl.	4
E. C. Nr. 2	neuerer Erzeugung, orangefarbene grosse Körner	Nitrocellulose, Salpeter und Campher	76 keine S
J_1 französisches Jagdpulver	1893, grünlichbraune grosse Splitter	Nitrocellulose und Ammoniumbichromat	10
J_2 dgl.	1893, dieselbe Farbe, kleinere Splitter	dgl.	10
Cannonit	kleine Cylindersegmente, schwarz m. rauher Oberfläche	Nitrocellulose, Salpeter und Harz graphitirt	13
Gewehrcannonit	dgl.	dgl.	22
Amberit	rosa grosse Körner	Nitrocellulose, Baryumnitrat und Paraffin	8
Walsrode K_1	graue kleine Körner	Nitrocellulose in Essigäther gelöst	57
dgl. RP	kleine weisse Körner	dgl.	50
dgl. WGP 92/A	Blättchen schwach graphitirt	dgl.	50
dgl. Revolver	graue kleine Körner	dgl.	45
dgl. KP_2	dgl.	dgl.	50
dgl. Geschützpulver	Blättchen 5 mm im Quadrat, 14 mm dick	dgl.	75 keine S
Jagdballistit	dünne Blättchen graphitirt	Nitroglycerin u. Nitrocellulose, ohne Lösungsmittel	13
v. Förster's Jagdpulver	dünne Blättchen	gelöste Nitrocellulose	19
dgl. Gewehrpulver Nr. 2	dgl. graphitirt, 18 Monate alt	dgl.	20
dgl. Gewehrpulver Nr. 3	dünne Blättchen	dgl.	80 keine S
Maximit von Hudson Maxim	gelochte Schnüre	Nitroglycerin und Schiessbaumwolle	—
Plastomenit	braune Körner	Nitrocellulose und Dinitrotoluol	17
0,450 Rifleite	18 Monate alt, dunkelbraune Blättchen	Nitrocellulose u. Nitrobenzol	14
dgl.	neu, lichtbraune Blättchen	dgl.	11
0,303 Rifleite	graphitirte Blättchen	dgl.	16
0,250 dgl.	dgl.	dgl.	10
ZZ dgl.	dgl.	dgl.	10
Revolver dgl.	dgl.	dgl.	9
SS	weisse grosse Körner	dgl.	10
SR	rosa grosse Körner	dgl.	12
SV	dgl.	dgl.	9
Cooppalpulver	weisse grosse Körner	Nitrocellulose, Salpeter und Paraffin, Lösungsmittel Aceton	60 keine S
Hiram S. Maxim	nach dem Patente hergestellt	Schiessbaumwolle u. Nitroglycerin mit 2 Proc. Ricinusöl	60 120
Gewehr-Cordit	dünne Schnüre	Schiessbaumwolle u. Nitroglycerin mit 5 Proc. Vaseline	90 37
Normalpulver	kleine Blättchen	Nitrocellulose	11

säurestärkelösung in eine Mischung von Schwefelsäure und Salpetersäure ein- und werden hierzu die Abfallsäuren der Nitroglycerinfabrikation benutzt. Die vendung kommende Abfallsäure enthält 70 Proc. Schwefelsäuremonohydrat Proc. Salpetersäuremonohydrat; sie wird im Verhältniss von 500 k Säure auf tärkelösung mit letzteren dadurch gemischt, dass man die Salpetersäurestärke- ei einer Temperatur von 20 bis 25° in den die Abfallsäure enthaltenden Fällungs- mittels einer Zerstäubervorrichtung in sehr fein vertheiltem Zustande einführt, die Nitrostärke in Form eines feinen Mehles ausgefällt wird und auf ein Filter essbaumwolle fällt, auf welchem sie liegen bleibt, während die Säure nach Be- g der Ausfällung abgelassen wird und klar abläuft. Die zurückbleibende Nitro- ird von der anhaftenden Säure durch Abpressen befreit, was vortheilhaft in mit en versehenen Töpfen unter der hydraulischen Presse geschieht, worauf die er- Presskuchen unter kräftigem Rühren in Wasser eingetragen und bis zur n Reaction ausgewaschen werden. Der weiteren Behandlung mit 5proc. Soda- lurch 24 Stunden folgt dann das Mahlen im Kollergang. Hierdurch wird die einen milchartigen Brei verwandelt, der ausgeschleudert oder in Filterpressen schen und schliesslich mit einer Lösung von Anilin getränkt wird, um die Nitro- u stabilisiren. Dies geschieht in solchem Verhältniss, dass die ausgeschleuderte, r 33 Proc. Feuchtigkeit enthaltende Masse 1 Proc. Anilin enthält. In diesem e wird die Nitrostärke bis zu ihrer weiteren Verwendung aufbewahrt. (J. 1890, 91, 431.)

ch Mühlhäuser (J. 1892) ist die Nitrostärke von Nobel (s. o.) Tetranitro- $C_{12}H_{16}O_6(ONO_2)_4$. Derselbe beschreibt Pentanitrostärke, $C_{12}H_{15}O_5(ONO_2)_5$, und trostärke, $C_{12}H_{14}O_4(ONO_2)_6$. Letztere spalten leicht nitrose Dämpfe ab.
trirter Zucker wurde als Vixorit empfohlen; später (1892, 377) Nitrozucker und asse mit Anilin. Nitromelasse als Petragit (J. 1888, 492). Regensburger will die Melasse oxydiren, dann nitriren. — Romocki (J. 1898) empfiehlt Nitro- . — Die Rheinisch-Westfälische Sprengstoffgesellschaft (J. 1895) Nitropentaerythrit. Das unter dem Namen Pentaerythrit bekannte Product ensation von Acetylaldehyd und Formaldehyd bei Gegenwart von Kalk, von wechseln- melzpunkt von 190° bis 260°, wird sehr fein gepulvert, in Salpetersäure gelöst und mit rter Schwefelsäure gefällt oder in ein Gemisch von Salpeter- und Schwefelsäure ein- . Der sich ausscheidende Krystallbrei wird von der Flüssigkeit abgehoben, mit Wasser en und mit verdünnter Sodalösung von Spuren anhaftender Säure befreit. — Zur Her- eines rauchlosen Schiesspulvers aus Nitrocellulosen unter Zusatz von Nitro- rythrit wird letzterer in feinster gepulverter Form mit ersteren innig vermischt. Das wird unter Zusatz eines Lösungsmittels, wie Aceton, Essigäther, Aetheralkohol, Nitro- asserstoffe, Nitroglycerin, Camphor u. s. w., in Knetmaschinen gelatinirt. Die weiche se wird entweder ausgewalzt oder durch enge Löcher zu Fäden ausgepresst, hierauf ten, getrocknet und, falls das Lösungsmittel leicht flüchtig ist, durch Waschen mit Alkohol u. dgl. von demselben befreit. Das so erhaltene Product wird in der üblichen ertiggestellt. — Soll der Nitropentaerythrit für sich als rauchloses Pulver verwendet so wird derselbe in feuchtem Zustande zu vier- oder sechseckigen Prismen gepresst und et [1]).
anidinnitrat (J. 1890, 545) wurde empfohlen. Nitroguanidin, $CH_4N_4O_2$, t Flemming (J. 1898) als Zusatz zur Schiessbaumwolle, um dieselbe stabil zu machen.
itrirte Theeröle sind wiederholt verwendet (J. 1888, 493 u. 494; 1891, 437).
Nitrobenzol (J. 1888, 493; 1889, 478; 1890, 546).
e Chemische Fabrik Griesheim (J. 1895) empfiehlt als Sprengstoffe die Tri- enzoësäure und das Trinitrobenzol. — Trinitroanilin besitzt vor dem benzol den Vorzug eines grösseren Stickstoffgehaltes und theilt mit ihm den Vorzug vor insäure, in Wasser unlöslich und daher völlig lagerbeständig zu sein, keine sauren haften und keine Farbstoffnatur zu besitzen. Die Art der Anwendung des Trinitranilins lbe wie bei dem Trinitrobenzol und der Pikrinsäure; es wird zweckmässig in gepresstem

---

[1]) Thiele und Wislicenus (J. 1893) schlugen Stickstoffwasserstoffsäure ngstoff vor.

oder geschmolzenem Zustande verwendet und durch Knallquecksilber zur Detonation g
Das Trinitranilin kann entweder für sich allein benutzt werden oder in Verbindung m
stoffträgern. — Dieselbe Fabrik empfiehlt Pentanitrophenyläther als Spreng
Dieselbe Fabrik (J. 1896) empfiehlt das unsymmetrische Dinitrodiphenylamin,
aus Dinitrochlorbenzol und Anilin. Die Nitrirung wird in zwei Stadien vorgenomme
man zuerst mit dünner Salpetersäure ein Zwischenproduct gewinnt, das dann, ohne vorh
zu werden, durch Erhitzen mit einer stärkeren Salpetersäure in das Hexanitrodiphe
übergeht. 100 k unsymmetrisches Dinitrodiphenylamin werden in 400 k Salpetersä
32° B. unter Rühren bei gewöhnlicher Temperatur eingetragen und die Nitrirung bei
badtemperatur zu Ende geführt. Nachdem von dem hellgelben, im Wesentlichen aus sy
schem Tetranitrodiphylamin bestehenden Zwischenproduct vom Schmelzpunkt 180° bis
darüber stehende Flüssigkeit abgezogen worden, fügt man 400 k Salpetersäure von 4
und erwärmt allmählich auf die Temperatur des siedenden Wassers. Man erhält so
gelbes, völlig krystallinisches Product von hoher Reinheit.

Ferner Trinitrotoluol (J. 1888, 493; 1891, 433) und Nitrokresol (J. 1891,
Borgmann (J. 1894) verwendet aus Dinitrophenol (Schmp. 113°), Dinitro-o-kresol
85,8°) oder Dinitro-p-kresol (Schmp. 85°) oder einem Gemisch derselben mit Ammoniak
o-Toluidin, p-Toluidin oder α-Naphtylamin gebildeten salzartigen Verbindungen.

Nitrophenol (J. 1891, 436), besonders aber Pikrinsäure sind oft verwendet (
570; 1888, 494 u. 503; 1889, 476; 1890, 545).

Nitronaphtol (J. 1888, 493; 1891, 436 u. 439) wurde wiederholt vorgeschl
Damit das Gelatiniren der Collodiumwolle bei ungefährlicher Temperatur, nämlich un
erfolgt, wird nach Geserich (J. 1897) Nitronaphtalin (Schmp. 61°) mit m-Dinit
(Schmp. 89,9°) in bestimmten kleinen Mengen bei 35° verrieben, bei welcher Temper
Mischung dieser beiden Bestandtheile zu einer syrupartigen Flüssigkeit schmilzt, obw
derselben für sich erst bei der angegebenen wesentlich höheren Temperatur zum Sc
kommt. In der so erhaltenen Mischung wird dann Collodiumwolle verrieben, wodu
syrupdicke Flüssigkeit entsteht, welche zur Herstellung von Sprengstoffen benutzt werde

Trinitroresorcin empfiehlt Hauff (J. 1894) für rauchloses Pulver, — Vos
(J. 1898) Trinitrophenylnatriumsuperoxyd, — Seidler (J. 1889) Diazo
säure, später naphtalinmonosulfosaures Natron (J. 1895).

Rauchschwache Pulver[1]. Die gebräuchlichen sog. rauchlosen Schies
können nach Guttmann in drei Klassen eingetheilt werden: 1) solche, bei w
nur Schiessbaumwolle zur Verwendung kommt, sei sie nun die sog. unlösliche o
sog. lösliche; 2) solche, bei welchen Nitroglycerin in Verbindung mit löslich
unlöslicher Nitrocellulose verwendet wird; 3) solche, in welchen Nitrocellulose zus
mit einem Nitroderivate eines aromatischen Kohlenwasserstoffes o. dgl. enthal
Bei den reinen Nitrocellulosepulvern ist die Nitrocellulose einfach in
einem Lösungsmittel aufgelöst und wird dann in die Form von Blättchen oder
gebracht. Solche Pulver sind die französischen B-Pulver, das deutsche
schwache Pulver, die Pulver von Wetteren, Walsrode, v. Förster un
schiedene andere. Die französische Regierung, v. Förster und einige ande
wenden eine Mischung von Aether und Alkohol als Lösungsmittel, die übrigen de
Fabrikanten Aceton. Die verwendete Nitrocellulose ist gewöhnlich Schiessbaum
obzwar einigemale Holznitrocellulose versucht wurde. Unter die reinen Nitrocel
pulver können das E. C.- und das J. B.-Pulver gereiht werden. Das jetzt als E. C.-
Nr. 2 verkaufte enthält etwas Campher und ist völlig in Aetheralkohol getränk
durch ein härteres Korn erzielt wird.

Zur zweiten Klasse gehören Pulver aus Nitroglycerin und Nitrocellulose.
Ballistit von Nobel besteht aus gleichen Theilen Nitroglycerin und Collodiu
mit einem Zusatze von 1 bis 2 Proc. Anilin oder Diphenylamin. Dieses Ballistit
mit einigen Abänderungen in Italien, Oesterreich und für gewisse Gesch

---

1) Vgl. bes. Guttmann: Industrie der Explosivstoffe (Braunschweig, 1895); —
v. Romocki: Die rauchschwachen Pulver (Berlin, 1896); — J. 1890, 541 u. 543; 1891,
436; 1894, 502; 1895, 414.

schland angenommen. In Italien nennt man es, wenn zu Schnüren verarbeitet, — Das von der britischen Regierung angenommene Cordit besteht aus Nitroglycerin, 37 Th. höchst nitrirter Schiessbaumwolle und 5 Th. Vaselin, in 19,2 Th. Aceton aufgelöst werden.

urstis & André machten ein Pulver aus 44 Th. Trinitrocellulose, 12 Th. cellulose und 40 Th. Nitroglycerin, mit einem Zusatze von festem Paraffin und cklösung, welche mit Hilfe einer Aetheralkoholmischung in Körner verwandelt lieses Pulver wird unter dem Namen Amberit verkauft. Leonard (J. 1895) ein Pulver aus 155 Th. Nitroglycerin, 50 Th. Schiessbaumwolle, 10 Th. Lyco- und 4 Th. gepulverten Uratkrystallen, welche sämmtlich in Aceton gelöst .

ur dritten Klasse gehören: das Indurit von Munreo, welches aus unlöslicher llulose und Nitrobenzol hergestellt wird; das Du Pont-Pulver (Vereinigte), welches auch aus Nitrocellulose und Nitrobenzol besteht. Riflit scheint aus r Holznitrocellulose zu bestehen, welche in Aceton gelöst und mit Nitrobenzol t ist und gekörnt wird. Das von Güttler in Reichenstein unter dem Namen omenit hergestellte Pulver wird durch Auflösen von nitrirter Holzcellulose in olzenem Dinitrotoluol erzeugt. — Zur Klasse der „verschiedenen rauchlosen “ gehören zwei Pulvergattungen, welche von der französischen Regierung für ecke verkauft werden. Die eine Art wird das „Poudre pyroxylée“ genannt und folgt zusammengesetzt:

Lösliche Schiessbaumwolle	28 Proc.
Unlösliche Schiessbaumwolle . . .	37 „
Barytsalpeter	29 „
Kalisalpeter	6 „

sungsmittel bei diesen Pulvern ist Aetheralkohol. Das sog. J.-Pulver ist von eau angegeben und besteht aus 83 Th. Schiessbaumwolle und 17 Th. Ammo- chromat. Die Act. Dynamit Nobel beabsichtigte auch ein rauchschwaches aus 70 bis 99 Th. Nitrostärke (S. 593) mit 30 bis 1 Th. Dinitrobenzol zu n, doch es scheint noch nicht in Gebrauch gekommen zu sein.

as zur Herstellung von Holznitrocellulose verwendete Holz wurde früher, im Schultze'schen Pulver, in dünne viereckige Blätter zerschnitten. Für e rauchlose Pulver wurde die Holzcellulose von dem Sulfit- und dem Natron- e, wie sie für die Papiererzeugung geliefert wird, versucht. Diese Art von se wird von den Fabriken gewöhnlich in dünnen Blättern geliefert, welche nicht orös sind, ziemlich glatte Oberfläche haben und neuerlich zu Pülpe zerkleinert müssen, bevor man sie nitriren kann. Eine bequemere Form und zugleich eine ine Art von Cellulose wird von der chemischen Fabrik Waldhof gemacht. Diese se gleicht dem Seidenpapier mit dem Unterschiede, dass sie von loser Structur hr einer Gaze ähnlich, sehr porös ist und von Hand leicht in kleine Stücke zer- werden kann, so dass man sie direct zum Nitriren benutzen kann (S. 588). Die llulose wurde noch nicht von vielen Fabriken aufgenommen, weil sie nicht ein so Pulver gibt als die Baumwolle.

s sei daran erinnert, dass der Ausdruck „lösliche Nitrocellulose“ jene Art von Nitro- e in sich fasst, welche in Aetheralkohol löslich ist, dass sie aber nicht von ganz gleicher mensetzung ist, nachdem der Stickstoffgehalt der löslichen Nitrocellulose bis zu 12,78 Proc. , während auch unlösliche Nitrocellulose zwischen 12,78 und 14,14 Proc. Stickstoff ent- kann. Dies bedeutet aber nicht, dass die lösliche Nitrocellulose eine Zumischung von . Hexa- oder unlöslichen Nitrocellulose enthält, sie kann eine Mischung von verschiedenen von unlöslicher Nitrocellulose sein, nämlich von Zwischenstufen der Nitrirung bis zur itrocellulose, aber das Ganze muss in Aetheralkohol löslich sein. Zugleich ist es nöthig,

dass die Nitrocellulose gewissen Bedingungen entspreche, um das daraus erzeugte Pulv beabsichtigten Specialzwecke tauglich zu gestalten. Es werden also z. B. gewisse P einer löslichen Nitrocellulose gemacht werden, welche weniger Stickstoff enthält, und a solcher, welche den höchst möglichen Stickstoffgehalt besitzt, der mit vollkommener L noch verträglich ist.

Es ist bekannt, dass es bisher unmöglich war, Nitrocellulose zu erzeugen, 14,14 Proc. Stickstoff enthält, d. h. welche ganz aus Hexanitrocellulose beste wöhnlich enthält die Schiessbaumwolle, welche die am meisten verwendete F Hexanitrocellulose ist, ungefähr 12 Proc. lösliche Schiesswolle. Wenn man He cellulose verwendet, muss man deshalb den Gehalt an löslicher Nitrocellulose s regeln, was entweder durch geeignete Vermischung oder durch Anwendung be Mittel während der Erzeugung geschehen kann.

Ein sehr wichtiger Punkt bezüglich der endgültigen Zusammensetzung des Pulver benutzte Lösungsmittel. Obwohl man fast stets dessen vollkommene Verdampfung herbei bestrebt ist, so bleiben doch geringe Spuren davon und insbesondere die in dem Lösu enthaltenen Verunreinigungen in dem Pulver zurück. Die Art des Lösungsmittels is Structur und das Ansehen des erzeugten Teiges von Wichtigkeit und dadurch mag da Pulver eine verschiedene Dichte und eine verschiedene Oberfläche besitzen und da wechselnde Verbrennungsgeschwindigkeit. — Es ist bekannt, dass Aether häufig sauer obwohl das Pulver nach dem Verdampfen des Aethers nicht sauer zu sein scheint, so doch, wenn nicht die erforderliche Vorsicht gebraucht wird, die Wärmeprobe weniger nothwendig bestehen. Aceton hat für die Verwendung zu rauchlosen Pulvern sehr Bedingungen zu entsprechen. Ein gut brauchbares Aceton soll ganz klar sein und sich Verhältnissen mit destillirtem Wasser mischen lassen, ohne dass sich ein Niederschla Es soll nicht mehr als 0,005 Proc. Säure enthalten und nicht mehr als 0,1 Proc. Aldeh Prüfung mit Krämer's jodometrischer Probe soll es mindestens 98 Proc. reines Aceto und wenn mit einer 0,1proc. Lösung von Kaliumpermanganat behandelt, soll die Färbun stens 2 Minuten lang bestehen bleiben. Aceton von Blank in Berlin, wie es in grossen für militärische Zwecke verwendet wird, besitzt ein spec. Gew. von 0,7965. 98 Proc Acetons destilliren über bei einer Temperatur zwischen 56,2 und 56,4°. Es besteht manganatprobe 9 Minuten lang und enthält 0,00225 Proc. Säure. Man hat versucht, dem etwas Alkohol zuzumischen, und es scheint, dass das Pulver dadurch etwas langsamer ve doch kann dies auch auf andere Weise erreicht werden.

Die Nitrocellulose wird bei einer 40° nicht übersteigenden Tempera trocknet. Zu erwähnen ist das sog. „Alkoholisiren" der Nitrocellulose, näml Zugabe von hochprocentigem Alkohol zur feuchten Nitrocellulose, wodurch der A verdünnt wird, und Verdampfen des verdünnten Weingeistes. Da die Siedepunk hochprocentigem und mässig verdünntem Alkohol nahezu dieselben, und bei niedriger sind als der Siedepunkt von Wasser, so erfolgt auf diese Weise die Entf der Feuchtigkeit viel rascher. — Die Lösung von Nitrocellulose in dem Lösung geschieht durch Knetmaschinen. Diejenigen von Werner & Pfleiderer in statt werden fast ausschliesslich verwendet (Fig. Sie bestehen aus einem Troge, welcher aus zwei anei stossenden Cylinderhälften zusammengesetzt ist und einen viereckigen Kasten überragt wird, so dass der desselben ungefähr die Form eines W besitzt. In dieser Cylinderhälften dreht sich eine Welle, welch helicoidalen Flügel trägt. Die Flügel drehen sich gegengesetzter Richtung, und der eine macht un doppelt so viel Umdrehungen als der andere. In der hört die Mischung für rauchloses Pulver, wenn einm Lösungsmittel hinzugefügt ist, auf, explosiv zu sein, nur brennbar, so dass diese Knetmaschinen gewöhnlich bloss aus Eisen gemacht w Da Schiessbaumwolle grosse Saugfähigkeit besitzt, so ist die Menge des verwe Lösungsmittels ungefähr dem Gewichte nach gleich gross, doch wechselt dies j

Fig. 510.

, welche für das Kneten verwendet wird. Es ist möglich, mit einer geringen
von Lösungsmitteln zu arbeiten, vorausgesetzt, dass das Kneten der Mischung
d lange fortgesetzt wird. Wenn der Teig die Maschine verlässt, in welcher
hen 3 und 10 Stunden lang geknetet wurde, so hat er ein vollkommen gleich-
s und durchscheinendes Aeussere und ungefähr die Consistenz von weichem
. — Manche der reinen Schiesswollpulver, wie das Walsrode-Pulver, werden
er verwandelt, indem man die Mischung in heisses Wasser gibt und Dampf
ieselbe bläst, welcher den Teig zerkleinert und körnig macht. Manche werden
Mundstücke zu Schnüren gepresst, wie das Cordit, doch in der Regel wird
tärische Zwecke der Teig durch erwärmte Walzen geführt und in dünne Blätter
alzt, wobei gleichzeitig das Lösungsmittel durch die Wärme der Walzen aus-
n wird. Die den Walzen gegebene Temperatur hängt von dem Siedepunkt
wendeten Lösungsmittels ab, überschreitet aber in der Regel 60° nicht. Die
bewirken gleichzeitig die vollständige Mengung und Lösung solcher Theile
llulose, welche sich beim Kneten nicht lösten. Wenn das Auswalzen des Teiges
Blatt von verlangter Dicke erfolgt ist, wird dieses in eine Schneidmaschine
t, welche es in kleine Quadrate oder Blättchen von erforderlicher Grösse
et. Falls das Pulver die Form von Würfeln statt von dünnen Blättchen haben
werden mehrere Pulverblätter mit einander verkittet.

ach dem Walzen und Schneiden enthält das Pulver noch eine kleine Menge des
smittels, welche ziemlich lange Zeit zur gänzlichen Verdampfung benöthigt.
lver wird deshalb in Trockenhäusern behandelt, manchmal mehr als eine Woche
usser es würde besonders gewünscht, einen kleinen Procentsatz des Lösungs-
in demselben zurückzubehalten. Bei dem Nobel'schen Ballistit, welches
schung von Nitroglycerin und löslicher Schiessbaumwolle enthält, war es ursprüng-
absichtigt, das Nitroglycerin durch Collodiumwolle in einem Vacuumgefässe auf-
zu lassen, sodann den Ueberschuss von Nitroglycerin herauszupressen und die
bleibende Mischung zu erwärmen, um die Collodiumwolle aufzulösen. Nach
holm & Sayers wird Collodiumwolle leicht löslich, wenn sie mit dem Nitro-
n in einer grossen Menge von Wasser suspendirt ist. Zu diesem Zwecke werden
ycerin und Collodiumwolle in ein Gefäss mit heissem Wasser eingetragen und
Luft oder Dampf gerührt, wodurch die Vereinigung des Nitroglycerins und der
umwolle stattfindet; doch ist es auch genügend, das Wasser auf einer Temperatur
0 zu erhalten und die Mischung einige Tage lang unter zeitweiligem Umrühren
zu lassen. Wenn die Gelatinirung beendigt ist, so wird das Gemenge vorerst
st, um den grösseren Theil des Wassers zu entfernen, und dann unter erwärmten
n in dünne Blätter gerollt, um schliesslich in der üblichen Weise geschnitten zu
. Da es bekannt ist, dass Nitroglycerin allein die höchst nitrirte Cellulose unter
nahme gewöhnlicher Mittel nicht löst, so verwendet man bei der Erzeugung von
stit die Collodiumwolle. Abel und Dewar fanden, dass eine vollkommene
igung von Schiessbaumwolle und Nitroglycerin herzustellen ist, wenn man beide
m gemeinschaftlichen Lösungsmittel auflöst.

ordit (englisch) besteht aus einer Mischung von 58 Th. Nitroglycerin und
. Schiessbaumwolle (etwa 10 Proc. löslicher Nitrocellulose enthaltend), welche
and gemengt und sodann in einer Knetmaschine mit 19,2 Th. Aceton $3^1/_2$ Stunden
behandelt wird. Hierauf werden 5 Th. Vaseline hinzugefügt und weitere
tunden lang geknetet, wonach der entstandene Teig zu Schnüren gepresst wird.
geschieht entweder in Schrauben- oder hydraulischen Pressen. Die Form trägt je
ler Dicke der zu erzeugenden Schnur ein oder mehrere Mundstücke, durch welche
eig in einer endlosen Schnur austritt. Diese wird entweder, bei dickeren

Gattungen, sofort in die für die Patronen erforderliche Länge geschnitten, o
Gewehrpulver, wird sie selbstthätig, wie beim Zwirnspulen, auf aus Stahlblech g
Trommeln in Mengen von etwa 0,5 k aufgewickelt. Das Schneiden der
Gattungen geschieht entweder auf Trommeln, wie Wachsdraht, oder die Schn
auf ein Transportband, welches in entsprechenden Entfernungen Messer eingese
und geht mit diesem unter eine kleine Walze hindurch. Dies bewirkt, dass die
Messern liegende Schnur von der sich drehenden Rolle abgekneift wird, worauf
dienende Junge die Schnüre abnimmt und sie auf flache Trockenrahmen legt
fertige Cordit kommt in Trockenhäuser, wo es einem Luftstrome von 38^0, je n
Dicke der Schnur 3 bis 8 Tage lang ausgesetzt wird, um möglichst alles Aceton
treiben. Das getrocknete Cordit wird einer Vermengungsoperation unterzogen,
bei Pulver stets der Fall war, um gleichmässige grössere Mengen zu erzielen.
Gewehrcordit geschieht dies, indem je 10 Trommeln auf eine einzige Trommel
und je 6 Trommeln Nr. 2 auf eine dritte abgewickelt werden. Von dieser
dann die 60 Schnüre auf einmal in die Patrone eingeführt und auf die erford
Länge abgeschnitten. — Wie alle colloïdalen rauchlosen Pulver verbrennt a
Cordit, selbst unter dem hohen in Geschützen herrschenden Drucke, von der Obe
aus nach innen, und dies hat sich bei theilweise unverbrannt herausgeschle
Ballistit- und Corditstücken gezeigt, indem erstere ihre cubische, letztere ihre cylin
Form so glatt beibehielten, als ob sie erst die Maschine verlassen hätten, jedoc
Grösse bez. ihr Durchmesser war bedeutend vermindert. Durch diese Eigenth
keit ist es möglich, eine einzige Pulvermischung zu verwenden, und je nach dem
des Geschützes, dem Laderaume und der Rohrlänge nur die Grösse der Würfe
Ballistit und die Dicke der Schnur beim Cordit zu verändern, um eine mehr oder
lebhafte Verbrennung zu erzielen, da ja die Verbrennungsgeschwindigkeit in
Falle in dem Verhältnisse der Oberfläche zur Masse steht. Am lebhaftesten ver
dann natürlich solches Cordit, bei welchem die Schnüre in dünne Scheibchen,
Form wie das österreichische Militärpulver, geschnitten werden, und man ver
solches, bei welchem auch die die Verbrennung mässigende Vaseline weggelassen
Exercirpulver. (J. 1890, 543; 1895, 414.)

Zur Herstellung eines rauchschwachen voluminösen Jagdpulvers fertig
nach Förster (J. 1895) den Pulverbrei aus 20 Proc. Collodiumwolle und 80 Proc. hoch n
Cellulose, knetet diese Masse mit einem Lösungsmittel der Collodiumwolle, bestehend aus
Aether und 34 Th. Alkohol, walzt sie zu dünnen, etwa 0,1 mm starken Bändern aus, sch
diese in im Verhältniss zu ihrer geringen Dicke grosse Blättchen von z. B. 1,8 $\times$ 1,8 mm
und trocknet dieselben möglichst rasch. Durch die unvollständige Gelatinirung entst
Stelle der bei früheren Pulvern vorhandenen glatten Oberfläche eine rauhe; ferner verfl
sich durch dieselbe und durch die geringe Dicke der Blättchen bei scharfer Trocknung
und vollständig das Lösungsmittel, wodurch wiederum in Zusammenwirkung mit der verhä
mässig grossen Oberfläche wellenförmig gebogene Blättchen entstehen.

Nach v. Romocki (J. 1898) löst man 75 Th. Nitrocellulose und 25 Th. Dinitroben
Essigäther auf und giesst Wasser hinzu. Die vom Niederschlag abgegossene Flüssigkeit
destillirt, wodurch man den Essigäther fast vollständig wiedergewinnt; der Niederschlag
ausgewaschen, bis er nicht mehr nach Aether riecht, getrocknet und in erwärmtem Zu
gepresst.

Zur Herstellung von rauchlosem Pulver werden nach Halsey und Sa
(J. 1898)

Ammoniumpikrat	68 Th.
Kaliumbichromat	26
Kalium- oder Natriumpermanganat oder Kaliumhyperwolframat	7

gemischt. Diese Mischungsverhältnisse eignen sich zu Kanonenpulver; bei der Herstellun
Schiesspulver für Flinten u. dgl. verwendet man eine grössere Menge Ammoniumpikrat un
mindert die anderen Bestandtheile entsprechend.

Sicherheitssprengstoffe. Die häufigen Unfälle, welche durch Entzündung von ngas und Kohlenstaub durch Sprengschüsse vorkommen, veranlassten die Nieder-g von Schlagwettercommissionen [1]). Am gründlichsten waren die Arbeiten der sischen Commission, welche fand, dass die Gefahr der Entzündung von Grubengas Schiessen um so geringer ist, je mehr die dabei entwickelte Temperatur unter liegt; bei 1500° soll jede Gefahr ausgeschlossen sein (was allerdings nicht ganz t; J. 1898, 396). Empfohlen wurde besonders Ammoniumnitrat, gemischt nderen Sprengstoffen (J. 1890, 547). Auch neuerdings wird Ammoniumnitrat h verwendet.

Ammoniumnitrat lässt sich nach Lobry de Brun durch Knallquecksilber xplosion bringen. Zusatz von Stoffen, welche für sich explodiren, erhöhen die ng bedeutend. Bellit (4 Th. Ammoniumnitrat und 1 Th. Dinitrobenzol) explodirt t heftig (J. 1892).

Dahmen (J. 1896) mengt gut getrockneten Ammoniaksalpeter mit geschmolzenem hwasserstoff und setzt eine feinst gepulverte Chrom- oder Bichromverbindung zu, dann ebenfalls auf das Innigste vermengt werden muss. Die Verminderung der skopicität des Ammoniaksalpeters erzielt man dadurch, dass man denselben bez. einzelne Theilchen mit dem im Wasser unlöslichen Kohlenwasserstoff überzieht. ispiel zu diesem Sicherheitssprengstoff wird angeführt: salpetersaures Ammoniak ., Phenanthren 5,5, bichromsaures Kali 2,5 Th.

König (J. 1894) und Wagner (J. 1895) empfehlen Gemische von Ammonnitrat arzen.

Die vereinigten Köln-Rottweiler Pulverfabriken (J. 1896) be-en die Herstellung von Sicherheitssprengpulver durch eine innige schung von salpetersaurem Ammoniak mit Thier- oder Pflanzenfett. — Nach etz (J. 1897) werden 100 Th. Ammoniumnitrat mit 10 Th. Seife gemischt. oux (J. 1897) empfiehlt Ammoniumnitrat gemischt mit Trinitrokresolammonium. avier (J. 1889 u. 1891) Ammonnitrat mit 7 bis 10 Proc. Mononitronaphtalin. omit ist Ammonnitrat mit Naphtalin (J. 1889, 478), Securit ist Ammonnitrat nitrobenzol (J. 1890, 544).

oschek (J. 1893) schlägt Ammonnitrat mit Malzkeimen vor.

Die Castroper Sicherheitssprengstoff-Act. (J. 1898) empfiehlt:

Ammonsalpeter	90 Proc.
Anthracen	7
Mangansuperoxyd	3

rank (J. 1898):

89,0 Th.	Ammoniaksalpeter,
7,0 „	Binitrobenzol und
4,0 „	übermangansaurem Kali.

ubin (J. 1894) will Ammoniumnitrat mit salpetersauren Salzen der Amido- und nidoverbindungen des Benzols, Toluols, Xylols und Naphtalins mischen. Die hung des Anilin- oder Toluidinnitrats mit dem Ammoniaksalpeter geschieht in Verhältnissen, dass bei der Explosion der Kohlenstoff mindestens zu Kohlen-

[1]) Die preussische Schlagwettercommission stellte die Ansicht auf, dass brisante Spreng-ie Nitroglycerin, Schiessbaumwolle und die aus beiden hergestellte Sprenggelatine bei it einem genügend starken Zündhütchen bewirkten Detonation weder Kohlenstaub noch gas zu zünden vermöchten. Einzelne Mitglieder der Commission gingen sogar noch und schlossen, dass die Sprengstoffe um so sicherer würden, je mehr ihre Brisanz stiege. mann zeigte, dass die angenommene Sicherheit der brisanten Sprengstoffe thatsächlich rhanden war, und dass Guhr-Dynamit, Gelatine-Dynamit, Sprenggelatine und Schiessbaum-owohl gegen Schlagwetter als auch gegen Kohlenstaub sehr gefährlich sind (J. 1898, 396).

oxyd und der Wasserstoff zu Wasser verbrennen kann, was als obere Grenze eine
hältniss von etwa $^1/_5$ der verbrennlichen Stoffe und $^4/_5$ des Sauerstoffträgers ents

Nach Volpert (J. 1899) leisten zur Erhöhung der Wettersicherheit erfolgreiche die Salze der schwefligen, pyroschwefligen, Polyschwefel- und Polythionsäuren, sowie Salze der analogen Säuren des Selens, Tellurs, Phosphors, Siliciums und Antimons, einschl der Metasäuren. Als Typen solcher Salze seien angeführt: Kaliumsulfit K_2SO_3, Kaliumpy $K_2S_2O_5$, Kaliumpyrosulfat $K_2S_2O_7$, Natriumthiosulfat $Na_2S_2O_3$, Baryumtrithionat BaS_3O_6, N metaphosphat $NaPO_3$. Stellt man z. B. in üblicher Weise ein Sprengstoffgemisch her, bestehe

I. 91 Proc. Ammonsalpeter,
4 „ Kalisalpeter,
5 „ Harz

und vergleicht die Zündungsgrenze in der Schlagwetter-(Kohlenstaub-)versuchsstrecke mi Gemisch, bestehend aus:

II. 82,73 Proc. Ammonsalpeter,
3,68 „ Kalisalper,
4,60 „ Harz,
8,00 „ Natriumthiosulfat

so stellt sich bei Verwendung von paraffinirten Patronenhüllen heraus, dass der Sprengstoff 450 g Ladung bei unbesetztem Schuss in 9 Proc. Grubengasgemisch, ohne Gasexplosion wärtigen, zulässt, der Sprengstoff II dagegen anstandslos Ladungen von 600 bis 700 g Sprengkraft nimmt dabei nicht merklich ab; die bekannte Bleicylinderstauchprobe erg Anwendung von je 50 g dieser Sprengstoffgemische gleiche Stauchungen.

Guttmann (J. 1899) gibt folgende Zusammenstellung:

Ammonsalpeter-Sprengstoffe	Ammonsalpeter	Barytsalpeter	Kalisalpeter	Collodiumwolle	Dinitrobenzol	Dinitrobenzol und chlor. Naphtalin	Dinitronaphtalin	Trinitronaphtalin	Salzsaures Anilin	Schwefel	Holzmehl	Holzmehl und Stärke	Harz	Napthalin	Chlorirtes Naphtalin	Pflanzenöl	Ammonchlorid	Kochsalz	Kaliumbichromat	Kaliumpermanganat	Kaliumeisencyanür	Ammon…
Ammonit . . .	88	—	—	—	—	—	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-
Amvis . . .	90	—	—	—	—	5	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-
Bellit Nr. 1 . .	83,5	—	—	—	16,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-
„ „ 3 . .	93,5	—	—	—	6,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-
Köln-Rottweiler.	93	0,9	—	—	—	—	—	—	—	1,2	—	—	—	—	—	4,9	—	—	—	—	—	-
Dahmenit A . .	91,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6,5	—	—	—	—	2,2	—	—	-
Elektronit Nr. 2	95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-
Favershampulver	85	—	—	—	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,5	2,5	—	—	—	-
Favier Nr. 0 .	80,6	—	—	—	—	—	6,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13,1	—	—	—	—	-
„ Nr. 2 .	80,9	—	—	—	—	—	11,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7,4	—	—	—	—	-
Ferrifractor . .	90	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-
Flammivore . .	85	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
Fractorit . . .	90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	2	—	—	-
Französischer für Gestein .	80	—	—	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-
Französischer für Kohle . .	90,5	—	—	9,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-
Nitroferrit Nr. 1	93	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	-
Oesterreichischer M. C. III . .	91,5	—	—	8,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-
Pembrit . . .	93	0,9	—	—	—	—	—	—	—	1,2	—	—	—	—	—	4,9	—	—	—	—	—	-
Progressit . .	89,1	—	—	—	—	—	—	—	4,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6
Roburit Nr. 1 .	87,5	—	—	—	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,5	—	5
„ Nr. 3 .	87	—	—	—	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	-
Westfalit Nr. 1 .	95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	-
„ Nr. 2 .	91	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	-
„ verbessertes . . .	92	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	3	—	—	-

Von anderen Seiten wurden krystallwasserhaltige Salze [1]) oder verdünnende Stoffe etzt; z. B. von Gebr. Nobel (J. 1899):

Nitroglycerin	52	60	40
Kieselguhr	14	—	—
Krystallsoda	34	—	—
Salmiak	—	40	60

Auch Magnesiumsulfat, Holzmehl, Roggenmehl u. dgl. wurden mit Erfolg zu-t, z. B. nach Guttmann (J. 1899):

lycerin-Sprengstoffe	Nitroglycerin	Schiesswolle	Nitroglycerin-Gelatine	Kalisalpeter	Baryt- und Kalisalpeter	Natronsalpeter	Ammonsalpeter	Holzmehl	Holzmehl und Holzkohle	Holzmoder	Roggenmehl	Kieselguhr	Magnesium-carbonat	Magnesium-sulfat	Kaliumbichromat	Krystallsoda
iak-Gelatine A	30	3	—	—	—	—	67	—	—	—	—	—	—	—	—	—
iak-Gelignit	29,3	0,7	—	—	—	—	70	—	—	—	—	—	—	—	—	—
sou	27	1	—	—	—	—	72	—	—	—	—	—	—	—	—	—
elatine	—	—	38,5	49,5	—	—	—	—	10,5	—	—	—	1,5	—	—	—
it	25	—	—	—	35	—	—	40	—	—	—	—	—	—	—	—
Carbonit I	25	—	—	—	—	30,5	—	—	—	—	39,5	—	—	—	5	—
„ II	30	—	—	—	—	24,5	—	—	—	—	40,5	—	—	—	5	—
Antigrisouteuse Nr. 1	29,4	0,6	—	—	—	—	70	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ Nr. 2	44	—	—	—	—	—	—	12	—	—	—	—	—	44	—	—
t (Gelatine-Dynamit)	60	5	—	28	—	—	—	7	—	—	—	—	—	—	—	—
it	52,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14,4	—	32,7	—	—
it von Matagne	44	—	—	—	—	—	—	12	—	—	—	—	—	44	—	—
.	25	—	—	—	35	—	—	40	—	—	—	—	—	—	—	—
rdeer Pulver	33	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	13	—	49	—	—
.	64	—	—	—	—	18	—	7	—	11	—	—	—	—	—	—
eits-Dynamit	24	1	—	—	—	—	75	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Dynamit	52	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14	—	—	—	34
„ Wittenberger	25	—	—	—	35	—	—	40	—	—	—	—	—	—	—	—
I	30	—	—	—	—	30	—	—	—	—	40	—	—	—	—	—
II	25	—	—	—	34	1	—	40	—	—	—	—	—	—	—	—
II	25	—	—	—	—	35	—	—	—	—	40	—	—	—	—	—

ls ganz sicher gilt das Carbonit der Schlebuscher Fabrik:

Nitroglycerin	25	Proc.
Barytsalpeter	1	„
Kalisalpeter	34	„
Holzmehl	10	„
Roggenmehl	29,5	„
Soda	0,5	„

[1]) Im Allgemeinen haben die Soda-Wetterdynamite trotz der Empfehlungen der vettercommissionen wenig Eingang gefunden. Man klagt besonders über die geringe Be-keit dieses Präparates. Es darf nicht länger als 4 Wochen lagern, da sonst die Spreng-deutend abnimmt; die Brisanz selbst ist eine geringe, da durch die bedingte grosse Ab-g der Gase auch die Kraft des Explosivs vermindert wird; dieselbe ist ungefähr doppelt s wie die des gewöhnlichen Schwarzpulvers. Ferner wird bei grosser Hitze die Sicher-ie illusorische, da die Krystallsoda schon bei einer Lufttemperatur von unter 34° das lwasser verliert. Auch ist es im Verhältnisse zu anderen Dynamitsorten kost-(J. 1895).

Heise (J. 1898) prüfte folgende Sicherheitssprengstoffe:

Sprengstoff	Zusammensetzung des Sprengstoffes Proc.	Rechnungsmässige Explosionstemperatur °	Rech[illegible] mässi[illegible] eine[illegible] Spre[illegible]
Kohlencarbonit I	25,0 Nitroglycerin, 30,5 Natronsalpeter, 39,5 Mehl (einschliesslich 2,5 Proc. Wasser), 5,0 Doppeltchromsaures Kali.	1868	23[illegible]
Kohlencarbonit II	30,0 Nitroglycerin, 24,5 Natronsalpeter, 40,5 Mehl (einschliesslich 2,5 Proc. Wasser), 5,0 Doppeltchromsaures Kali.	1821	23[illegible]
Köln-Rottweiler Sicherheitssprengpulver	93,0 Ammonsalpeter, 4,9 Oel, 1,2 Schwefel, 0,9 Barytsalpeter.	1774	26[illegible]
Dahmenit A	91,3 Ammonsalpeter, 6,475 Naphtalin, 2,225 Doppeltchromsaures Kali.	2064	341[illegible]
Roburit I	87,5 Ammonsalpeter, 7,0 Binitrobenzol, 0,5 Uebermangansaures Kali, 5,0 Schwefelsaures Ammon.	1616	220[illegible]
Westfalit	91 Ammonsalpeter, 4 Kalisalpeter, 5 Harz.	1806	274[illegible]

Zur Prüfung in 8- bis $8^1/_4$proc. Schlagwettergemischen wurden Sprengkapseln [illegible] Knallquecksilber verwendet. Nach Füllung der Explosionskammer mit dem 8proc. Schlag[illegible] gemische wurden jedesmal noch 2 *l* Kohlenstaub eines Fettkohlenflötzes aufgewirbelt. [illegible] Schiessen aus dem Mörser wurden folgende Ergebnisse erzielt: Kohlencarbonit, Kohlenca[illegible] und Kohlencarbonit II waren gegenüber 8proc. Schlagwettergemischen sicher. Die h[illegible] angewandten Ladungsmengen waren 900 g für Kohlencarbonit, 725 g für Kohlencarboni[illegible] 735 g für Kohlencarbonit II. Das Köln-Rottweiler Sicherheitssprengpulver zündete be[illegible] Ladung und war bei 200 g sicher. Dahmenit A war sicher bei 450 g und zündete bei [illegible] Das gepresste und gekörnte Dahmenit A (Victoriapulver) war dagegen bei den höchste[illegible] wandten Ladungsmengen von 700 g ebenso wie die Carbonite sicher. Roburit I war sic[illegible] 300 g und zündete bei 350 g. Ganz in letzter Zeit wurde seitens der Roburitfabrik noch [illegible] sonders bearbeitetes Roburit I der bekannten Zusammensetzung vorgelegt, das ähnlich [illegible] Victoriapulver nach sehr feiner Vermahlung stark gepresst und zu Jagdpulverkorngrö[illegible] brochen war. Die hiermit angestellten 5 Versuchsschüsse ergaben keine Zündung des [illegible] Schlagwettergemisches. Für Westfalit stellten sich die Zahlen der nicht zündenden und z[illegible] den Ladungen auf 350 bis 400 g. Der sich für die einzelnen gepulverten Ammonsalpeter[illegible] stoffe ergebende Unterschied ist also nicht besonders gross. — Wenn man a) die Sch[illegible] Kohlenstaub allein oder in Kohlenstaub mit $2^1/_2$ Proc. Schlagwettern, b) diejenigen in 6[illegible] Schlagwettergemische und c) diejenigen in 8proc. Schlagwettergemische zusammenfa[illegible] erhält man:

1. Kohlencarbonit:
   Bedingung a, b und c: sicher bei den angewandten Ladungsmengen.
2. und 3. Kohlencarbonit I und Kohlencarbonit II:
   Bedingung c: sicher bei den angewandten Ladungsmengen.
4. Köln-Rottweiler Sicherheitssprengpulver:
   Bedingung a: sicher mit 500, unsicher mit 550 g
   „ b: „ „ 400, „ „ 450 „
   „ c: „ „ 200, „ „ 250 „

. Dahmenit A:
Bedingung a: sicher mit 550, unsicher mit 600 g
" b: " " 450, " " 500 "
" c: " " 450, " " 500 "
. Gepresstes und gekörntes Dahmenit A:
Bedingung c: sicher bei den angewandten Ladungsmengen.
. Roburit I:
Bedingung a: sicher mit 450, unsicher mit 500 g
" b: " " 450, " " 500 "
" c: " " 300, " " 350 "
. Westfalit:
Bedingung a: sicher mit 550, unsicher mit 600 g
" b: " " 450, " " 500 "
" c: " " 350, " " 400 "

ezüglich der Sprengstoffe will Heise 2 Gruppen unterscheiden, Gruppe I, die dadurch zeichnet ist, dass unbesetzt aus dem Mörser abgegebene Schüsse von 600 bis 700 g Ladung Schlagwetter in der berggewerkschaftlichen Versuchsstrecke nicht zur Entzündung bringen uppe II, bei der unter den gleichen Versuchsbedingungen Zündungen eintreten. Zur I gehören Kohlencarbonit, Kohlencarbonit I, Kohlencarbonit II und das gekörnte nit A, zur Gruppe II das Köln-Rottweiler Sicherheitssprengpulver, Dahmenit A, Roburit I estfalit. Dementsprechend ist in folgender Tabelle der Grad der Sicherheit zunächst mit I bezeichnet. Gemäss den Schiessergebnissen mit freiliegenden Patronen dürfte Kohlen-t etwas sicherer als Kohlencarbonit I und Kohlencarbonit II sein. Letzteres wieder ist efährlicher als Kohlencarbonit I. Demgemäss haben die 3 Sprengstoffe die Bezeichnung und Ic erhalten, während das gekörnte Dahmenit A einfach die Gruppenbezeichnung I – In der Gruppe II scheinen die Unterschiede nur verhältnissmässig gering zu sein. Man er um so vorsichtiger sein, weil es sich ausschliesslich um verschiedenartige Sprengstoffe lich Zusammensetzung, Verarbeitung und Patronisirung handelt. Mit einiger Wahrschein- glaubt Heise, nach den Schiessversuchen des letzten Jahres nur für Dahmenit A einen rhöhten Grad von Sicherheit annehmen zu können. Demgemäss wurde diesem Spreng- Bezeichnung IIa.

Sprengstoff	Detonations-temperatur	Wärmemenge entwickelt durch 1 k	Kraft entwickelt durch 1 k	Ausbauchung im Bleimörser erzielt durch 10 g	Für 2500 mk Arbeitsleistung sind nöthig	Die einer Arbeitsleistung von 2500 mk entsprechende Gewichtsmenge ergibt Ausbauchung im Bleimörser	Grad der Sicherheit
	°	w	mk	cc	g	cc	
						(Brisanzzahlen)	
carbonit . . .	1845	628	231 000	206	10,82	233	Ia
carbonit I . .	1868	652	239 000	231	10,46	246	Ib
carbonit II . .	1821	633	232 000	246	10,78	284	Ic
ottweiler Sicher-sprengpulver .	1774	725	265 000	342	9,43	335	II (b)
nit A	2064	914	341 000	444	7,33	320	II (a)
tes Dahmenit .	2064	914	341 000	338	7,33	254	I
I	1616	612	220 000	321	11,36	368	II (b)
it	1806	749	274 000	389	9,12	268	II (b)

ntsprechende Versuche wurden von Hohmann (J. 1893), Pospisil (J. 1895), Wink- (J. 1895 u. 1896), Georgi (J. 1896), Pusch (J. 1896) und v. Lauer (J. 1897) aus- .

ie Anwendung von Dahmenit A hat sich auf der staatlichen Grube König in Ober- n nicht bewährt. Zwar war der Ort, sofern alle Schüsse gewirkt haben, viel klarer als vendung von Pulver, waren aber Lochpfeifer dazwischen, so machten sich Stickstoffoxyd- sehr lästiger Weise bemerkbar. Insbesondere trat diese Erscheinung bei Benutzung von

Patronen auf, welche mehrere Wochen in der Grube gelagert hatten. Die hohen Kos Sprengstoffes, welche zu diesem Uebelstande noch hinzukamen, gaben die Veranlassung Grubenverwaltung, von dessen weiterer Verwendung Abstand zu nehmen. Die Mehrko Sprengmaterialien bei Benutzung des Dahmenits A gegenüber dem gewöhnlichen Spren beliefen sich auf 1 t Kohle berechnet beim Streckenbetriebe auf 21 Pf., beim Pfeilerbetri 10 Pf., die Selbstkosten gingen um 23 bez. 15 Pf. in die Höhe. (J. 1899.)

Die Sprengstoff-A.-G. Carbonit (J. 1898) empfiehlt Zusatz von Chromat Permanganaten. Darnach ergaben Versuche, dass die Nitroglycerinsprengstoffe mit Zus genannten Salze mit der grössten zulässigen Lademenge bei Kohlenstaubaufwirbelung in Schlagwettergemisch keine Zündungen geben und somit den hochgestellten Anforderun Sicherheit genügen. Als Beispiel eines solchen Sprengstoffes wird eine Zusammensetzun geben, in welcher das Kaliumbichromat durch Kaliumchromat oder Kaliumpermanganat werden kann; der Procentgehalt an Natronsalpeter und Holz- oder Kornmehl kann in g Grenzen schwanken, je nach den gewünschten Eigenschaften des Sprengstoffes: 30 Proc glycerin, 28,5 Proc. Natronsalpeter, 36,5 Proc. Holz- oder Kornmehl, 5 Proc. Kaliumbic Kaliumchromat oder Kaliumpermanganat.

Sonstige Sprengstoffe:

Baelendynamit: Dinitrocellulose, Nitroglycerin, Pech u. dgl. (J. 1888, 492).
Boboeuf-Pulver: Kaliumpikrat.
Designolles-Pulver: Kaliumpikrat.
Hellhoffit: Nitrobenzol in Salpetersäure.
Knallanilin: chromsaures Diazobenzol.
Mellinit: Collodiumwolle in Salpetrigsäureäther (J. 1889, 477).
Nitrocatactine: pikrinsaure Kohlenwasserstoffe (J. 1889, 474).
Panklastit = Untersalpetersäure und Schwefelkohlenstoff (J. 1889, 477).
Potentit = Schiessbaumwolle mit Salpeter (J. 1890, 544).
Rhexit ist wesentlich Nitroglycerin mit Holzmehl und Salpeter (J. 1888, 502).
Roburit: Chlornitrobenzol und Salpeter (J. 1887, 572; 1888, 493; 1889 1890, 544).
Tonit = Schiessbaumwolle mit Baryumnitrat (J. 1890, 544).

Sprengmittel mit flüssigem Sauerstoff. Versuche der Gesellscha Linde's Eismaschinen (J. 1898) haben erwiesen, dass ein unter atmosphärischem stehendes Gemisch aus flüssigem Sauerstoff in mehr oder weniger reiner Form und oxyd Substanz sich ähnlich wie Dynamit verhält, d. h. dass es bei gewöhnlicher Entzündung ge abbrennt, dagegen bei Entzündung durch Sprengkapseln Detonationen mit brisanter W ergibt. Damit ist man zur Herstellung eines sehr wirksamen Sprengmittels gelangt, welc ganz billigen Preisen herstellbar ist. — Zur Herstellung des neuen Sprengmittels verwend einerseits verflüssigte atmosphärische Luft, aus welcher durch Abdampfen ein mehr oder w grosser Theil des Stickstoffes entfernt war, und andererseits verschiedenartige oxydirbar stanzen, wie Holzkohle, Holzstoff, Schwefel, Petroleum u. s. w. — Das Sprengmittel wi unmittelbar an der Verwendungsstelle durch das Zusammenbringen des flüssigen Sauerstof der oxydirbaren Substanz gebildet und kann wegen der Verdampfung des Sauerstoffes aufbewahrt werden. Es kommen also die aus dem Transport und aus widerrechtlicher Ent sich ergebenden Gefahren in Fortfall. Wenn während einer längeren Dauer an einem un selben Orte Sprengungen vorzunehmen sind, wie bei Bergwerken, Tunnelbauten u. s. stellt sich unter Verwendung einer besonderen Luftverflüssigungsmaschine das neue Spreng sehr viel billiger wie die bisher verwendeten. Bei richtiger Wahl der oxydirbaren Substa genügender Reinheit des flüssigen Sauerstoffes lassen sich Gemenge herstellen, dere brennungsproducte fast ausschliesslich in Kohlensäure bestehen, also den höchsten Anforder an ein wirksames Sprengmittel entsprechen.

Knallgassprengungen scheinen keinen Erfolg zu haben (J. 1893, 430; 1896

Knallquecksilber, Mercuridfulminat oder knallsaures Quecksilber, $C_2N_2HgO_2+$ wurde von Howard entdeckt. Man löst bei gelinder Wärme 1 k Quecksil 5 k Salpetersäure von 1,33 spec. Gewicht und versetzt die Lösung mit noch 5 petersäure. Die Flüssigkeit wird in 6 tubulirten Retorten vertheilt und in jede R zu der noch warmen Flüssigkeit 10 *l* Alkohol von 0,833 spec. Gewicht zugegossen. Verlauf von einigen Minuten beginnt die Gasentwickelung, und es bildet sich ein w Niederschlag, der auf einem Filter gesammelt und zur Entfernung der Säure mit k

r gewaschen wird. Das Filter wird darauf mit dem Niederschlage auf einem rbleche oder auf einer Porzellanplatte, welche durch Wasserdampf nicht bis zu 100° nt wird, ausgebreitet und getrocknet. Aus 100 Th. Quecksilber erhält man auf Weise 118 bis 128 Th. Knallquecksilber; nach der Theorie müsste man 142 Th. n.

Nach Beckmann werden 50 g Quecksilber bei gewöhnlicher Temperatur in Salpetersäure von 1,4 spec. Gewicht gelöst. Die grüne Lösung gibt man in 5 *l* fassenden weithalsigen Rundkolben, erwärmt auf 25 bis 30°, und trägt nun ner Kochflasche 550 g Alkohol von 98,5 Proc. ein, der ebenfalls auf 25 bis 30° ht ist. Zunächst wird etwa die Hälfte des Alkohols auf einmal zugefügt. entsteht ein, übrigens ganz ungefährliches, Prasseln in Folge der Bildung grosser blasen. Sobald kleine, prickelnde Gasblasen aufsteigen und die Flüssigkeit aus b in rothbraun überzugehen beginnt, muss sofort weiterer Alkohol nachgegossen .

audert man mit dem Nachgiessen von Alkohol über den angegebenen Punkt hinaus, so e Reaction leicht derartig heftig, dass ein Herausschleudern des Kolbeninhaltes stattfindet, ss übrigens eine eigentliche Explosion zu befürchten ist. Durch den Zusatz von Alkohol t sich die Reaction, aber oft nur für wenige Augenblicke; alsbald muss neuer Alkohol en werden und so fort, bis er vollkommen eingetragen ist. Die Energie, mit welcher die n verläuft, hängt wesentlich von der Anfangstemperatur der Salpetersäure und des s ab, in geringerem Maasse auch von der Lufttemperatur. Je nach Umständen wird die Hälfte des Alkohols rascher oder langsamer, in 1 bis 4 Posten einzutragen sein. Würde Alkohol vorschnell zugiessen, so wäre eine Hemmung der Oxydation und Abscheidung tallischem Quecksilber die Folge. Bei der angegebenen Grösse des Kolbens kommt es hst selten vor, dass ein Ueberschäumen droht; es kann demselben durch Aufgiessen von Wasser leicht vorgebeugt werden. — Sobald die weissen Dämpfe anfangen zu verlen und rothbraunen, mehr durchsichtigen Platz machen, unterbricht man die Reaction ingiessen von 1 *l* und mehr bereit gehaltenen Wassers. — Nachdem das abgeschiedene isse Knallquecksilber in ein Becherglas gespült ist, wird der Kolben sofort wieder neu kt.

ach de Bruyn kann man dieses Verfahren dadurch völlig gefahrlos machen, dass man, hrt wie Beckmann, die ganze nöthige Menge Alkohol in den Kolben bringt und jetzt cksilberlösung zum Alkohol fügt unter fortwährendem Schütteln; man wird dann niemals ldung rother Dämpfe und also eine gefahrbietende Reaction auftreten sehen, sondern ch mehrere hundert Gramm Quecksilber in einer Operation verarbeiten. Auch braucht Quecksilberlösung nur bis 70° abzukühlen. Die Mischung der beiden Flüssigkeiten ist ell. Falls jetzt die Reaction nicht selbst anfängt, erwärmt man den Kolben auf dem bade, bis Bläschen sich zu entwickeln beginnen, und stellt sodann den mit einem weiten re als Luftkühler versehenen Kolben ins Freie. Ohne dass sich jemals braune Dämpfe eln, geht die Reaction ziemlich stürmisch fort, indem das Knallquecksilber sich allmähetzt. Bei Verwendung von 25 Th. Quecksilber, 300 Th. Salpetersäure von 1,34 spec. t und 250 Th. 90proc. Alkohol war das gebildete Knallquecksilber vollkommen weiss , 317).

as Knallquecksilber bildet weisse Krystallnadeln, welche bis zu 186° erhitzt oder heftig n mit starkem Knalle detoniren. Mit 90 Proc. Wasser gemischt, lässt es sich ohne Gefahr r Marmortafel mit einem hölzernen Pistill fein reiben.

ündhütchen. Das Knallquecksilber wird zum Füllen der Zündhütchen gebraucht. en sind aus dünn gewalztem Kupferblech gefertigt, welche, um das Auseinanderspringen d des Entzündens zu vermeiden, häufig an den Seiten gespalten sind. Um die Zünd- zu füllen, reibt man 100 Th. Knallquecksilber auf Marmortafeln mit Reibern aus Buchslz mit 30 Th. Wasser fein und setzt zu dem Brei 50 Th. Salpeter, oder 62,5 Th. Salpeter Th. Schwefel. Der nasse Brei wird auf Papierunterlagen getrocknet und vermittels ben gekörnt. Auf das in das Zündhütchen gelegte Korn des Zündpulvers wird in manchen n ein kleines Kupferblättchen gelegt, das fest auf die Zündmasse aufgepresst wird. Fabriken überkleiden das Korn mit einer Auflösung von Mastix in Terpentinöl. 1 k lber, in Knallquecksilber verwandelt, ist zur Füllung von 40 000 Zündhütchen ausreichend. gdflinten reicht diese Menge für 57 600 Zündhütchen hin.

Phosphor.

Vorkommen. Der Phosphor[1]) findet sich in der Natur als Phosphate weit ver
Das wichtigste Phosphormineral ist Apatit, $Ca_5Cl(PO_4)_3$, welcher als Phosphorit, Staffelit m
Lager bildet, selten sind Vivianit, $Fe_3(PO_4)_2 . 8 H_2O$, Türkis, $Al_2PO_4(OH)_3 . H_2O$ und Pyrom
$Pb_5Cl(PO_4)_3$. Der Phosphor ist ein häufiger Bestandtheil der Eisenerze und der Ackererd
Phospor ist ferner ein Bestandtheil des menschlichen bez. thierischen Körpers (z.B. des Ge
die Knochen bestehen wesentlich aus Tricalciumphosphat.

Darstellung. Der Phosphor wurde früher nur aus Knochen hergestellt
weissgebrannten Knochen enthalten:

	I	II
Calciumcarbonat	10,07	9,42
Magnesiumtriphosphat	2,98	2,15
Tricalciumphosphat	83,07	84,39
Fluorcalcium	3,88	4,05

Die weissgebrannten Knochen werden mit Schwefelsäure zersetzt:

$$Ca_3(PO_4)_2 + 2H_2SO_4 = 2CaSO_4 + CaH_4(PO_4)_2,$$

das saure Calciumphosphat wird mit Kohle gemengt erwärmt:

$$CaH_4(PO_4)_2 = Ca(PO_3)_2 + 2H_2O;$$

Dann wird bei weiterem Erhitzen bis zur Weissglut das Calciummetaph
reducirt:

$$3Ca(PO_3)_2 + 5C_2 = Ca_3(PO_4)_2 + 10CO + 4P.$$

Die gebrannten und gepulverten Knochen werden mit Kammersäure (1,5
Gewicht) in grossen hölzernen, mit Rührern versehenen Bottichen unter Erhitzung
direct einströmenden Dampf zersetzt, die Phosphorsäure vom Gyps getrennt, und
Abdampfen auf etwa 62 Proc. P_2O_5 concentrirt. Die syrupdicke Flüssigkeit wi
mit Holzkohle oder Koks bis zu 25 Proc. gemischt, das Gemisch getrocknet, bis W
Schwefligsäure und Kohlenwasserstoffe ausgetrieben sind und dann in luftdicht versc
baren eisernen Kästen für die Destillation aufbewahrt.

Die Destillation wird in kleinen flaschenförmigen Thonretorten ausge
die Wandungen sind ungefähr 25 mm dick, bei einer Länge von 900 mm und 28
lichter Weite. Die Retorten liegen in einem den belgischen Zinköfen ähnlichen
Die Mündungen der Retorten sind vermittels 50 mm weiter kupferner Röhren m
Kühlern verbunden. Die Condensationströge enthalten heisses Wasser, dam
Phosphor zusammenschmelzen, nach dem niedrigeren Ende fliessen und dort ausges
werden kann. Jede Retorte wird mit 10 bis 15 k Mischung beschickt, und beträ
Dauer einer Destillation etwa 15 Stunden. Nach vollendeter Destillation werd
Verbindungsrohre abgenommen und die Rückstände schnell herausgezogen.

Der so erhaltene Rohphosphor wird unter Wasser in einem mit Ble
gelegten cylindrischen Gefässe durch eingelegte Bleidampfschlangen zum Schm
erhitzt. Man giesst dann so viel Wasser, als unbeschadet der Sicherheit entbehrt w
kann, ab und fügt etwa 4 Proc. (vom Gewichte des Rohphosphors) Kaliumbich
hinzu. Nun setzt man ein Rührwerk in Bewegung und fügt nach $^1/_2$ Stunde etw
gleiche Menge Schwefelsäure hinzu. Die Chromsäure oxydirt die niedrigen Pho
oxyde und ist der erhaltene Phosphor rein und fast farblos. Ein anderes Raffir
fahren ist die Destillation des Rohphosphors aus eisernen Retorten. Der raf
Phosphor wird nun meist in „Stangen" geformt.

---

1) Der Phosphor wurde 1669 von Brand in Hamburg aus dem Harne und 1769 vo
schwedischen Chemiker Gahn aus den Knochen isolirt, jedoch erst 1771 von Scheele a
Knochen in vortheilhafter Weise dargestellt.

ieses in englischen, französischen und russischen (J. 1892, 362) Fabriken [1]) übliche
ren hat aber nach Readman verschiedene Uebelstände. Auf Grund von Ver-
[2]) empfiehlt er daher, nach Wöhler's Vorschlag, Phosphate mit Sand und
n Retorten auf sehr hohe Temperatur zu erhitzen.

Charleston-Phosphat	100
Sand	50
Koks	20

bei stärkerem Gebläsedruck und mit der besten Sorte Koks in einem
röm'schen Ofen zum Schmelzen gebracht. Die schieferfarbige Schlacke
:

Phosphor	1,35 Proc.
Kieselsäure	49,88
Kalk	33,04
Nicht bestimmt	15,73

ähnliche Resultate ergaben Canada-, Somme- und spanische Phosphate, ein Be-
ass keine Flussmittel erforderlich sind, wenn die Temperatur hoch genug ge-
wird. Condensationsversuche mit diesen einfachen Mischungen lieferten in
Falle 72,2 Proc. des gesammten Phosphors.

a die praktische Ausführung dieses Verfahrens Schwierigkeiten machte, so stellen
nan und Parker jetzt Phosphor mit Hilfe des elektrischen Schmelzofens dar.
fenschacht F (Fig. 511 und 512) ist mit Einschütttrichter a, Doppelschieber A
llschnecke B versehen. In den Schmelzraum ragen von beiden Seiten her die

Fig. 511.

Fig. 512.

den c^1 herein; dieselben sind als Kohlencylinder angenommen und in metallenen
c befestigt, welche durch Leitungsdrähte d mit den betreffenden Polklemmen
namomaschine D verbunden sind. Die zur Vermittelung der Herstellung des

[1]) Deutschland hat keine solche Phosphorfabrik.
[2]) J. 1890, 517; 1891, 407; 1892, 361; 1897, 356; 1898, 308.

Stromkreises dienenden dünnen Kohlen- oder Metallstangen c^2 können durch b Löcher in mit den Hülsen c elektrisch verbundenen Leitern oder durch Kanäle eigentlichen Elektroden c^1 entweder nur von einer Seite her bis an die ge liegende Elektrode heran, oder bis zum gegenseitigen Zusammentreffen von beid seiten her in den Schmelzraum hereingeschoben werden (s. Fig. 512). Entwicke und Dämpfe ziehen im oberen Schachttheil bei g ab, die Schlacke wird bei h abg x sind mit Thonpfropfen oder durch Verschmieren mit Thon zu schliessende löcher. Zur Regelung der Stromstärke ist im Beispiel Fig. 512 mit dem Er stromkreis E der Dynamomaschine D mittels selbstthätige Verstellung erfa Schalthebels R S eine Widerstandsreihe R verbunden.

Der Ofen ist in der Phosphorfabrik zu Wednesfield (England) in Eine Wechselstrom-Dynamo, System Elwell-Parker, erregt durch eine E Parker'sche Nebenschluss-Dynamo von 90 Amp. Stromstärke, liefert eine von 400 Kilowatt. Die fein gepulverten Phosphate, Sand und Kohle werden i mischt in den Ofen eingetragen. Hierauf wird der Strom geschlossen und bal fängt die Entwickelung der Phosphordämpfe an. Diese werden in ein kupferne gefäss mit heissem Wasser und dann in eins mit kaltem Wasser geleitet. Maasse, als der Phosphor abdestillirt, wird die leichtflüssige Schlacke abgestoc oben neues Material zugegeben, so dass nach diesem Verfahren ununterbro arbeitet werden kann. Vorausgesetzt, dass die angewendeten Phosphate eisenf gelingt es in dieser Weise, 86 Proc. des in den Ofen gebrachten reinen Phos gewinnen. Die Fabrik soll jetzt mehr Phosphor liefern, als alle anderen Fabri Welt zusammen.

Die Gold- und Silberscheideanstalt hat einen Ofen zur Phosphorherstell baut, der gelobt wird (J. 1897). Der Ofen (Fig. 513) wird mit einem Geme Calciumphosphat, Kohle und Sand oder noch Kaolin beschickt und die zur Reduct forderliche hohe Temperatur durch den im des Ofens arbeitenden Lichtbogen erzielt. I winnung und Destillation des Phosphors mus Abschluss der Luft zur Vermeidung jeglich brennung desselben vorgenommen werden wegen während des ganzen Processes du Hähne f bis l ein indifferentes Gas, etwa gas, zugeführt wird. Das betreffende G ausserdem den Zweck, den nöthigen Druck z treibung des freiwerdenden Phosphors herzu Der überdestillirende Phosphor entweicht du Kanal d und wird unter Wasser aufgefang nöthigenfalls umgeschmolzen zu werden. Er Einhaltung der richtigen Versuchsbedingung vorzüglicher Reinheit [1]).

Fig. 513.

Hilbert und Frank (J. 1897) und B dot & Cp. (J. 1899) wollen durch Erhitzen von P und Kohle gleichzeitig Carbid herstellen:

$$Ca_3(PO_4)_2 + 14\,C = P_2 + 3\,CaC_2 + 8\,CO.$$

1) Im Jahre 1897 hat die chemische Fabrik Griesheim die elektrische Herstell Phosphors aufgenommen, z. Z. die einzige Fabrik Deutschlands, welche Phosphor h (J. 1897 u. 1898).

ng (J. 1898) und Dill (1899) wollen Phosphorsäure elektrolytisch zerlegen. Desjar-J. 1891) will Natriumphosphat mit Kieselsäure und Kohle erhitzen:

$$2\,Na_3PO_4 + 3\,SiO_2 + 5\,C = 3\,Na_2SiO_3 + 2\,P + 5\,CO.$$

er Phosphor wird in Büchsen von Weissblech gefüllt, mit Wasser übergossen und die n dann verlöthet. Die Blechbüchsen werden in feste mit Reifen beschlagene Kisten oder von Holz verpackt und so dem Transport übergeben.

igenschaften des Phosphors. Der unter Wasser aufbewahrte und vor der Ein- des Lichtes geschützte Phosphor ist farblos, gewöhnlich aber etwas gelblich gefärbt und heinend. Sein spec. Gewicht ist 1,83 bis 1,84. Bei mittlerer Temperatur ist Stangen-r weich wie Wachs; in der Kälte ist er spröde. Man kann ihn fein zertheilt erhalten, an ihn unter Wasser schmilzt und dies dann bis zum Erstarren des Phosphors schüttelt. sphor schmilzt bei 44 bis 45°, siedet bei 290° und verdampft schon merklich bei gewöhn-Temperatur. Phosphor löst sich in Form von Phosphordampf in sehr geringer Menge in , in Alkohol und Aether ist er sehr schwer löslich, leicht löslich in Schwefelkohlenstoff, hwefel und Phosphorchlorid; er löst sich auch in geringer Menge in fetten und ätherischen Bis auf 75° erhitzt, entzündet sich der Phosphor an der Luft; auch bei der Reibung muss mperatur erreicht werden, ehe eine Entzündung eintritt; der rothe oder amorphe Phosphor et sich durch Reibung nicht oder erst, nachdem er wieder in den gewöhnlichen Phosphor ührt worden ist, wozu eine Temperatur von ungefähr 300° gehört. — Ausser zur Her- von Zündmitteln findet der Phosphor bei der Bereitung gewisser Theerfarbstoffe und tz zu gewissen Legirungen (Phosphorbronze), so wie zur Fabrikation von Phosphorsäure lung.

morpher oder rother Phosphor. Die Umwandlung des gewöhnlichen en Phosphor erfolgt, wenn man den gewöhnlichen Phosphor bei Abschluss von nd Wasser längere Zeit auf etwa 250° erhitzt. Im Grossen stellt man ihn in n Albright in Birmingham empfohlenen te dar. Ein Gefäss *g* (Fig. 514) von Glas orzellan wird ungefähr bis auf 5/6 mit orstückchen angefüllt und bis auf 230 bis rhitzt. Das Gefäss *f* steht in einem Sand- welches durch ein Sandbad *b* erwärmt wird. efäss *g* ist durch einen aufgeschraubten *m* verschlossen. Von dem Deckel führt t einem Hahn *k* versehenes gebogenes in ein Gefäss *n*, welches Wasser oder silber (mit einer Schicht Wasser bedeckt) . Durch dieses Rohr entweicht im Anfang hitzens die über dem Phosphor in *g* befind- Luft. Sobald dies geschehen, wird der *k* geschlossen und das Erhitzen fortgesetzt, r Phosphor vollständig in die amorphe cation übergegangen ist. Nach dem Er- des Apparates entfernt man den amorphen or aus dem Gefäss *g*, reibt ihn unter Wasser zu einem feinen Brei und kocht mit tronlauge, welche den gewöhnlichen Phosphor löst und ihn unter Entwickelung osphorwasserstoffgas in lösliches unterphosphorigsaures Natrium überführt. Das bleibende Pulver wird durch Waschen gereinigt und getrocknet.

Fig. 514.

igenschaften. Der rothe Phosphor, ein glanzloses, scharlachrothes bis dunkel-sinrothes Pulver, löst sich nicht in Schwefelkohlenstoff und anderen Lösungsmitteln des lichen Phosphors, bleibt an der Luft unverändert, und lässt sich, bis zum Siedepunkte vöhnlichen Phosphors (290°) erhitzt, wieder in letzteren überführen. Er ist nicht giftig. ckenem Kaliumchromat zusammengerieben, entzündet sich der rothe Phosphor, ohne zu ren. Mit Kaliumchlorat verpufft er leicht und heftig. Mit Bleisuperoxyd verpufft er beim nenreiben schwach, beim Erwärmen unter heftiger Explosion. In Pulverform geschieht nsport ohne Gefahr in Blechbüchsen.

Zündmittel.

Geschichte. Die Römer haben Epheu- und Lorbeerholz aneinander gerieben glimmenden Holzspäne zum Anzünden dürren Laubes benutzt. Zu Titus Zeiten war e die Spitze eines Schwefelstängelchens in vermodertes Holz zu stecken und durch Rei Steinplatten Feuer zu erzeugen. Das 14. Jahrhundert kannte bereits den Gebrauch des Feuersteins und Zunders oder Schwammes.

Das sog. chemische Feuerzeug oder die Tauch- oder Tunkzündhölzchen von C wurden bereits im J. 1812 in Wien fabricirt (100 Stück Hölzchen kosteten damals 2 M waren Hölzchen, deren geschwefeltes Ende mit einer Mischung von Kaliumchlorat un zucker (und Zinnober als Farbe) überzogen war, die beim Benetzen mit concentrirter Schwe verpuffend, die Entzündung der darunterliegenden Schwefelschicht und diese wieder de mittheilte. Man bediente sich kleiner Gläser, welche mit concentrirter Schwefelsäure ge Asbest enthielten. Die ersten wirklichen Reibzündhölzchen kamen unter dem Congreve'sche Streichhölzer um's Jahr 1832 auf. Sie enthielten über dem Schwef Ueberzug von 1 Th. Kaliumchlorat und 2 Th. grauem Schwefelantimon mit einem ge Bindemittel (Leim oder arabischem Gummi) aufgetragen. Sie entzündeten sich, indem zwischen zwei Flächen von Sandpapier, welche mit den Fingern zusammengepresst hindurchzog. — 1809 suchte Derépas die grosse Entzündlichkeit des Phosphors du theilen desselben durch Magnesia zu verringern. Ein deutscher Student Kammere 1833 die ersten Phosphorstreichhölzchen her[1]). Dann wurden von Moldenhauer i stadt Phosphorzündhölzer fabricirt (J. 1866, 747). Irinyi hat in anderer Weise im Phosphorzündhölzer hergestellt (vgl. J. 1894, 119). Im J. 1835 wurde durch Trevany das chlorat zum Theil durch eine Mischung von Mennige und Braunstein, 1837 durch P gänzlich durch das braune Bleisuperoxyd oder durch ein Gemenge von Mennige und (oder auch Bleisuperoxyd und Bleisalpeter) ersetzt. Von dieser Zeit an stammt der gro schwung der Zündwaarenindustrie.

Die Fabrikation der phosphorhaltigen Reibzündhölzchen in 1) die Herstellung der Holzdrähte, 2) die Bereitung der Zündmasse, 3) das Be Trocknen und Verpacken derselben.

Als Holz dient Fichten-, Aspen-, seltener Föhren-, Linden-, Birken-, Weiden- und holz. Zur Bereitung der Zündmasse wird Leim, Dextrin o. dgl. mit Wasser dünnen Syrup aufgelöst, bis auf 50° erwärmt und dann der Phosphor nach und nach ei und mit dem Rühren fortgefahren, bis aller Phosphor zu einer weissen salbenähnlichen E vertheilt ist. Zu dieser Masse setzt man hierauf die übrigen, vorher fein zerriebenen unter sorgfältigem Umrühren. Das beste Verhältniss scheint $^1/_{10}$ bis $^1/_{12}$ Phosphor vorausgesetzt, dass man die Masse auf die gewöhnliche Art durch Schmelzen des Phosp Leimlösung u. dgl. darstellt.

Als Beispiele der Zusammensetzung der Zündmassen seien folgende Vorschriften ang

1.	Phosphor	1,5 Th.	
	Senegalgummi	3,0 „	
	Kienruss	0,3 „	
	Mennige	5,0 „	Das Gemisch beider eingetro
	Salpetersäure von 40° B.	2,0 „	
2.	Phosphor	3,0 Th.	
	Senegalgummi	3,0 „	
	Bleisuperoxyd	2,0 „	
	Sand und Smalte	2,0 „	

Um die Hölzchen an dem einen Ende mit Schwefel und mit der Zündmasse überzie können, müssen sie in hinreichender Entfernung von einander befestigt sein. Hierzu kleine Brettchen von etwa 30 cm Länge und 10 cm Breite, deren obere Seite der Quere n 50 rinnenförmigen Vertiefungen versehen ist, von solcher Breite und Tiefe, dass ger Hölzchen hineingeht. Eine Arbeiterin fährt mit einer Handvoll Hölzchen über das Brett, in jeder Furche ein Hölzchen bleibt, legt dann ein zweites Brettchen darauf u. s. f. Man s die Brettchen fest, sobald 20 bis 25 derselben über einander gelagert sind, nachdem die v Enden der Hölzchen durch Aufstossen auf eine gerade Fläche in eine Ebene gebrach Neuerdings wird die Arbeit des Hölzchensteckens mittels Maschinen verrichtet.

---

1) Vgl. W. Jettel: Die Zündwaarenfabrikation (Leipzig, 1897).

er zum Schwefeln der Hölzer bestimmte Schwefel wird in einem flachen vierseitigen Kasten, en Mitte ein völlig ebener Stein liegt, durch ein gelindes Feuer flüssig erhalten. Man so viel Schwefel in den Kasten, dass der flüssige Schwefel fortwährend etwa 1 cm hoch tte bedeckt, in welchen man die Enden sämmtlicher in einen Rahmen eingespannter en eintaucht, so dass sie auf den Stein aufstossen, und schleudert nach dem Heraus- den Ueberschuss des anhängenden Schwefels in den Kasten zurück. Neuerdings wird hwefel Stearinsäure oder Paraffin verwendet. Das Auftragen der Zündmasse n) geschieht auf dieselbe Weise wie die des Schwefels, nur befindet sich die Phosphor- ng in dünner Schicht gleichmässig ausgebreitet auf einer völlig horizontal liegenden tte. Empfehlenswerth sind die Massirungsmaschinen von C. Beck in Cassel und von old in Durlach [1]).

ei dem Tunkapparate von Roller befindet sich die Zündmasse in einer ernen Pfanne a (Fig. 515 bis 517); in der Mitte derselben ist eine erhöhte, ab- lte Platte b in zwei Leisten c angebracht, auf welcher mittels eines Lineales die asseschicht in bekannter Weise aufgetragen wird. In diese gleichmässig dicke

Fig. 515. Fig. 516. Fig. 517.

werden die in Rahmen z gespannten Hölzchen mit der zu tunkenden Seite elegt. Um alle Hölzchen, selbst bei mangelhaft eingelegten oder krumm ge- n Rahmen, gleich tief zu tunken, wird die gebogene Platte f am Griffe g gefasst er den gefüllten Rahmen herübergewalzt, wobei das Gewicht der Platte f etwaige r Ebene hervorstehende Hölzchen hinunterschiebt, sämmtliche Hölzchen des ns auch sicher bis auf die gehobelte Fläche der Tunkplatte b heruntergedrückt. Zur g der Pressplatte f dienen die zwei Gegenlenker h, welche sich um die Zapfen i und den Gelenkpunkt k in einem der Cycloide angenäherten Kreisbogen führen. Ruhestellung steht die Pressplatte f in etwa lothrechter Lage hinter dem Tunk- indem sich die Gegenlenker h auf die Winkel m auflegen, die Pressplatte f sich Verbindungsbolzen l dreht und die Knaggen n sich an der Pfannenwand stützen. hle Raum o der Tunkpfanne, unten durch den Fuss geschlossen, dient zur etwaigen mung der Zündmasse durch warmes Wasser, Dämpfe, heisse Luft o. dgl. Der er p dient zum Einfüllen des warmen Wassers bez. zum Ablassen des kalt ge- en mittels des Hahnes r. Das Röhrchen q dient zum Aus- und Einlassen der eim Füllen bez. Entleeren und gleichzeitig als Ueberlaufrohr.

ie sog. Salon- oder Irishölzchen werden nach dem Trocknen der Zündmasse mit gefärbten ungen überstrichen und oft zuletzt mit Collodiumlösung überzogen. Zündhölzer mit Phosphor werden nur noch verhältnissmässig wenig hergestellt und wohl bald durch die nem Phosphor verdrängt werden.

ündhölzer mit amorphem Phosphor. Die sog. Antiphosphorfeuer- sind i. J. 1848 von R. Böttger in Frankfurt a. M. vorgeschlagen und dann

[1]) Vgl. J. 1879, 1269 u. 1270; 1880, 950; 1884, 1310.

von Fürth in Schüttenhofen, Lundström in Jönköping (Schweden) u. gestellt[1]).

Die Zündhölzchen bestehen a) aus Zündhölzchen, deren Zündmasse nur mit einem Bindemittel angemachten Mischung von Schwefelantimon und Kaliun besteht, und b) aus amorphem Phosphor, welcher unter Zusatz eines rauh Reibung vergrössernden Körpers mit Leim gemengt auf Pappe oder Holz oder entgegengesetzte Ende des Zündhölzchens befestigt ist. Die Reibfläche best einer Mischung von 9 Th. amorphem Phosphor, 7 Th. Schwefelkies, 3 Th. Gl 1 Th. Leim. Zu dieser Art von Zündhölzern gehören die sog. schwedi Zündhölzer; den Anfang zu dieser Industrie gab Lundström in Jön Auch in Deutschland werden die Sicherheitshölzchen in grossen Massen herg Nach Jettel verwendet man zum Bestreichen der Reibfläche an den Schacht Gemenge aus gleichen Theilen amorphem Phosphor, Schwefelkies und Schwefelan Zum Bestreichen von 1000 Schiebeschachteln (je 50 Hölzchen Inhalt) auf beiden reichen etwa 80 g des trockenen Gemenges. Die Masse der Hölzchen besteht be weise aus 5 Th. Kaliumchlorat, 2 Th. Kaliumbichromat, 3 Th. Glaspulver und Gummi. In einer Augsburger Fabrik besteht die Masse aus 59,3 Kaliumchlora Baryumchromat, 2,3 Schwefel, 4,0 Mineralsubstanz, Klebmittel u.s.w. 12,8. — I (J. 1881) empfiehlt für Zündhölzer ein Gemisch von:

Chlorsaurem Kalium	53,8 Proc.
Arabischem Gummi	10,0 „
Tragantgummi	3,0 „
Braunstein	6,0 „
Eisenoxyd	6,0 „
Glaspulver	12,0 „
Doppeltchromsaures Kalium . . .	5,0 „
Schwefel	3,0 „
Kreide oder Colophonium	1,2 „

Um das Nachglimmen der Hölzer zu verhüten, werden sie vor dem T mit einer Lösung von Ammonphosphat, Alaun u. dgl. getränkt, der meist ein Farbstoff zugesetzt wird.

Wiederholt wurden phosphorfreie Zündmassen empfohlen, welche an Reibfläche entzündlich sind, z. B. von Priester (J. 1897):

60 Proc. chlorsaures Kali,
8 „ Acaroidharz,
4 „ doppeltchromsaures Kali,
12 „ Klebstoff (Leim, Gummi, Dextrin), in der vierfachen Menge Wasser gelöst,
16 „ indifferente Füllstoffe (feiner Sand, Glasmehl, Zinkweiss, Ultramarin, Eisenox

Nach Simonet (J. 1894) wird für giftfreie, an jeder rauhen Fläche anzureibende hölzchen vorzugsweise chlorsaures Kali und chromsaures Kali als Sauerstoffquelle verw während schwefelsaurer Baryt als indifferentes, körpergebendes Material dient und Gum Verbrennung nährt, bis sie sich auf das Holz fortgepflanzt hat, und gleichzeitig auch die des erforderlichen Bindemittels spielt. Die genügend leichte Entzündlichkeit dieses Satze durch einen Zusatz von etwas Zinkstaub vermittelt, welchen man vorher in einer Reibsch einer kleinen Menge amorphen Phosphors verrieben hat. Folgendes Mengenverhältnis empfohlen:

Chlorsaures Kali	24 Th.
Chromsaures Kali	3 „
Schwefelsaurer Baryt	9 „
Antimonsulfid (Kermes)	3 „
Gummi arabicum	5 „
Mit etwas rothem Phosphor zusammengeriebener Zinkstaub .	9 „

1) J. 1877, 1128; 1881, 1053; 1882, 1137.

ans (J. 1899) empfiehlt:

10 bis 15 Proc. $CuBaS_4O_6$,
9 „ 10,5 „ Gyps,
3,7 „ 3,8 „ Schwefel,
3,7 „ 5,1 „ Schwefelkies,
11 „ 12 „ Gelatine und
57,5 „ 59,0 „ chlorsaures Kalium.

ie entzündet Paraffin sehr leicht, ihre Entflammungstemperatur liegt schon bei 90 bis 100°, arf weder einer scharfen Reibfläche noch des Zusatzes von amorphem Phosphor zur n Zündung, zündet vielmehr schon am Rockärmel und an gewissen polirten Flächen. is jetzt haben diese Art Hölzer nur wenig Verbreitung gefunden.

Phosphate, künstliche Düngmittel.

eitdem Liebig die grosse Bedeutung der Phosphorsäure, des Stickstoffes (als ersäure und Ammoniak) und des Kalis für den Pflanzenwuchs nachgewiesen hat, Landwirthschaft mehr und mehr dazu übergegangen, neben dem bis dahin auslich verwendeten Stalldünger sog. künstliche Düngemittel zu verwenden, m Boden die Stoffe zurückzuerstatten, welche ihm von den Pflanzen entzogen [1]).

oudrette. Wiederholt ist versucht Abortinhalt durch Eintrocknen o. dgl. in die Form ünstlichen Düngemittels zu bringen. Berücksichtigt man aber, dass der Grubeninhalt im 96 Proc. Wasser und nur 0,35 Proc. Stickstoff nebst 0,2 Proc. Phosphorsäure enthält, dass cbm desselben einen theoretischen Werth von nur etwa 5 Mk. hat, so erscheinen alle ersuche als aussichtslos [2]). Die städtischen Abfallstoffe sind wo möglich durch Beriese- verwerthen.

uano. Auf den an den peruanischen Küsten liegenden Inseln waren mehr oder r zersetzte Excremente von Seevögeln bis 60 m hoch abgelagert. Noch i. J. 1853 die Menge des hier lagernden Guanos auf etwa 12 Millionen t geschätzt, nd diese Lager bereits fast völlig erschöpft, doch sollen einige neue Lager entsein. Der Guano enthält:

	I	II	III
Salmiak	2,25	6,50	4,2
Harnsaures Ammoniak	12,20	3,244	9,0
Oxalsaures Ammoniak	17,73	13,351	10,6
Phosphorsaures Ammoniak	6,90	6,250	6,0
Kohlensaures Ammoniak	0,80	—	—
Humussaures Ammoniak	1,06	—	—
Phosphorsaure Ammon-Magnesia	11,63	4,196	2,6
Phosphorsaures Natron	—	5,291	—
Phosphorsauren Kalk	20,16	9,940	14,3
Oxalsauren Kalk	1,30	16,360	7,0
Kohlensauren Kalk	1,65	—	—
Chlornatrium	0,40	0,100	—
Schwefelsaures Kali	4,00	4,227	5,5
Schwefelsaures Natron	4,92	1,119	3,8
Wachsartige Substanz	0,75	0,600	—
Sand und Thon	1,68	5,904	4,7
Wasser	4,31	22,718	32,3
Organische Substanz	8,26		
	100,000	100,000	100,0

[1]) Der Verbrauch künstlicher Düngemittel in Deutschland ist sehr be-d. Die Production an Superphosphaten beträgt etwa 6 bis 8 Mill. hk und an Thomasmehl Mill. hk. Die Production an Knochenmehl soll 80 000 t betragen.

[2]) Vgl. F. Fischer: Die menschlichen Abfallstoffe, ihre praktische Beseitigung und landchaftliche Verwerthung (Braunschweig, 1882). — Derselbe: Das Wasser, seine Verwendung, ung und Beurtheilung, 2. Aufl. (Berlin, 1900).

Eine neuere Analyse von Peruguano ergab (J. 1885, 271):

$Ca_3P_2O_8$	31,759 Proc.	P_2O_5 = 15,552 Proc.
$Mg_2P_2O_7$	1,568	
$MgSO_4$	0,838	
$CaSO_4$	10,113	
$CaCO_3$	1,612	
NaCl	7,238	
$Fe_2O_3 . Al_2O_3$	0,598	
Unlösliches	3,840	
Wasser	16,175	
$C_5H_3(NH_4)N_4O_3$	3,122	
NH_4NO_3	1,499	
$(NH_4)_2CO_3$	2,823	
Organische Substanz	13,815 = 2,513 N = 3,052 NH_3	
	100,000 = 5,075 = Gesammt-N = 6,163 NH_3.	

Guano von Mejillones enthält etwa 70 Proc. Tricalciumphosphat und nur 0,8 Proc. Stickstoff, Avesguano von den Avesinseln an der Küste von Venezu bis 50 Proc. Phosphat und 0,3 bis 0,4 Proc. Stickstoff (J. 1883, 379). Gua Sydney-Island enthält 34 Proc. Phosphorsäure und nur 0,28 Proc. Stickstoff, vom Cap Vert 11 Proc. Phosphorsäure und 0,3 Proc. Stickstoff. (J. 1880 1884, 365.)

Der Guano wird gepulvert und gesiebt angewendet, meist aber vorher noch geschlossen", d. h. mit Schwefelsäure (Kammersäure) vermischt, um alle Phosph wasserlöslich zu machen. Das breiige Gemisch wird beim Abkühlen fest, da das mit dem gebildeten schwefelsauren Calcium Gyps bildet; es wird daher nochm pulvert und gesiebt.

Knochenmehl. Da Fett die Wirkung des Knochenmehles stark verlan so werden die Knochen durch Dämpfen, besser durch Benzin entfettet (s. Fett), feingemahlen. Nach Stoklasa (J. 1890) enthielt Knochenmehl, welches Dämpfen der Knochen unter Druck von 2,5 Atm. während 70 Minuten gewonne 8 Proc. Wasser und

Kohlenstoff	15,12 Proc.	Glutin und Chondrin 28,52
Wasserstoff	2,01	
Sauerstoff	7,64	
Stickstoff	3,75	
Fett	7,62	
P_2O_5	20,90	
CO_2	2,29	
SiO_2	1,24	
SO_3	0,03	
Fluor	0,11	
Chlor	Spuren	
Fe_2O_3	1,01	
Al_2O_3	0,61	
CaO	25,61	
MgO	1,50	
Na_2O	0,03	
K_2O	0,01	
Sand	3,51	

Ein Aufschliessen des Knochenmehles findet seltener statt. Man unterscheid

1. Gestampfte, rohe Knochenmehle, hergestellt durch Stampfen roher, gekochter Knochen; dieses Knochenmehl wird nur in verhältnissmässig geringen Menger gestellt.

2. Gedämpfte Knochenmehle. Diese sollen aus Knochen oder Knochentheilen gestellt sein, denen mehr oder weniger Fett und Leim, letzteres durch Behandlung m

n Wasserdämpfen, entzogen ist. Hiernach sollten nur zwei Sorten vorkommen: a) wenig te, b) stärker entleimte. Im Handel kommen aber vor: a) wenig entleimte Knochenmehle is 3,5 Proc. Stickstoff und 22 bis 24 Proc. Phosphorsäure; — b) stark entleimte oder kurz te Knochenmehle mit 1,5 bis 2 Proc. Stickstoff und 27 bis 30 Proc. Phosphorsäure; nbar wenig entleimte Knochenmehle mit einem Gehalte von 3,5 Proc. Stickstoff und 21 Proc. Phosphorsäure. Von diesen Knochenmehlen ist ein grosser Theil keineswegs nur Zerkleinerung wenig entleimter Knochen oder Knochentheile, sondern in der Art her- dass zu aus stark entleimtem Knochenmaterial dargestelltem Mehl einerseits Zusätze von Blut-, Ledermehl-, Leimkalk u. dgl., andererseits ausser diesen zuweilen noch Zusätze von Austernschalenmehl, Sand u. s. w. gemacht sind. Diese Mehle verdienen den Namen enmehl" nicht, sie sollten nur als Knochenmehl mit Zusätzen bezeichnet werden, wobei ur der Zusätze anzugeben ist, also z. B. „Knochenmehl mit stickstoffhaltigen Zusätzen" (Vgl. J. 1890, 519.)

Entfettete, unentleimte Knochenmehle werden aus durch Benzin oder ähnlich len Mitteln entfetteten ganzen Knochen dargestellt und enthalten an Stickstoff 4,5 Proc. Phosphorsäre 22 Proc.

Rohe Knochenmehle. Die Knochen dienen zunächst zur Knochenschrot-Fabrikation, kstände hiervon werden mit Benzin entfettet, die entfettete Masse wird zerkleinert und ch als „rohes Knochenmehl" verkauft.

efälltes Tricalciumphosphat, sog. Präcipitat, kommt wesentlich nur benproduct der Knochenleimfabriken in den Handel. (Vgl. J. 1881, 328; 521.)

uperphosphat. Um die in den natürlich vorkommenden Phosphaten vor- e Phosphorsäure leicht löslich zu machen, werden sie mit Schwefelsäure ge- :

$$Ca_3(PO_4)_2 + 2H_2SO_4 = 2CaSO_4 + CaH_4(PO_4)_2.$$

as Monocalciumphosphat ist in Wasser leicht löslich, während Bicalciumphosphat, O_4, ziemlich schwerlöslich ist. (J. 1889, 462; 1890, 532; 1891, 411.)

ie wichtigsten Rohstoffe für die Herstellung von Superphosphat bilden jetzt osphorite. Der in der spanischen Provinz Estremadura in grossen Massen mende Phosphorit ist fast reines Phosphat, es kommen aber auch grosse Mengen en im Handel vor, welche nur 60 Proc. neben erheblichen Mengen Kieselsäure hlensaurem Calcium enthalten. Minder werthvoll sind die im Lahnthale, nament- i Staffel (Staffelit) in grossen Mengen vorkommenden Phosphorite (J. 1883, Nachfolgende Analysen zeigen die Zusammensetzung der besseren Lahn-Phos- :

	I	II	III	IV	V
Phosphorsäure	33,84	34,48	30,63	34,86	29,19
Kalk	47,31	45,79	42,31	51,97	37,31
Magnesia	0,12	0,16	0,23	0,42	0,18
Kali	0,66	0,58	1,26	1,22	0,15
Natron	0,52	0,42	0,09	1,22	0,18
Eisenoxyd	3,77	6,42	8,22	2,43	4,15
Thonerde	1,67	1,08	2,23	2,22	3,08
Mangansuperoxyd	—	—	—	—	0,54
Kohlensäure	2,75	1,51	2,78	3,24	2,07
Schwefelsäure	—	—	1,07	—	—
Kieselsäure	5,04	4,83	6,61	1,46	1,03
Fluor	2,11	3,45	3,74	2,62	4,88
Chlor	—	—	Spur	Spur	0,03
Wasser	2,74	2,45	3,00	—	3,85
Unlösliches	—	—	—	—	14,99

ewaltige Mengen von Phosphoriten werden in Nordamerika (besonders Süd- a und Florida) gewonnen (J. 1891, 408; 1894, 513). Man unterscheidet Phos- els (rock phosphate), Flussphosphat, Flussgerölle in Florida, und Land-

phosphat. Ausgedehnte Lager finden sich im Departement Somme in Frankre ferner in Westindien (Arubaphosphat) [1].

Florida-Rock-Phosphat enthielt nach Gilbert (J. 1894):

Wasser (bei 100°)	0,65 Proc.
Wasser (durch Glühen)	2,84
Kalk	49,19
Magnesia	0,24
Eisenoxyd	1,03
Thonerde	1,50
Kieselsäure	3,55
Kohlensäure	2,06
Schwefelsäure	0,19
Phosphorsäure	35,73
Fluor	3,88
Jod	0,01

Phosphat von den Los Roques-Inseln enthielt 0,75 Proc. Chromoxyd. Phosphorite enthalten 5 bis 7 Proc. Fluor (J. 1896, 433).

Coprolithen, die fossilen Excremente der Saurier finden sich im Lias, namen Norfolk und Suffolk (England) und bei Helmstedt (Braunschweig). Letztere enthalten z.

Phosphorsäure	25,7
Kalk	30,2
Eisenoxyd	7,1
Thonerde	6,5
Schwefelsäure	2,1
Kohlensäure	3,8
Kieselsäure	3,6
Wasser und Organisches	7,4
Unlöslich	13,0

Im Allgemeinen schwankt der Gehalt der Coprolithen an Phosphat von 15 bis 70 Pr dass sie vor Verwendung zu Superphosphat zu untersuchen sind. Die ausgenutzte Kno kohle der Zuckerfabriken kommt für die Superphosphatfabrikation nicht mehr in Betrac

Für die deutsche Superphosphatfabrikation wird besonders Floridaphosph wendet, für die Herstellung der Mischdünger auch das minder gehaltreiche Algie phat, neuerdings auch das in Tunis gewonnene sog. Gafsaphosphat. Während F phosphat mit 70 bis 80 Proc. phosphorsaurem Kalk eingeführt wird, hat das phosphat nur 60 bis 65 Proc. und das von Tunis sogar nur 55 bis 60 Proc. Trica phosphat. Die letzteren haben aber unter 1 Proc. Sesquioxyde, was selbst b besten Floridaphosphat nur selten erreicht wird, während andere Sorten steige 4 Proc. Sesquioxyde aufweisen. Aus demselben Grunde ist es auch dem Tenn phosphat nicht gelungen, den deutschen Markt, auf dem nur wasserlösliche Pho säure gehandelt wird, zu erobern, da nicht einmal 4 Proc. Sesquioxyde als Mi garantie inne gehalten werden können.

Die Phosphorite werden meist mit Kugelmühlen zerkleinert, dann in bed mit Rührwerk versehenen Aufschliessapparaten (vgl. Fig. 521) mit der erforder Menge Schwefelsäure (Kammersäure) gemischt und in die darunter befindlichen gema Räume (Aufschliesskammern) entleert, wo die Aufschliessung vollendet wird. D

1) Frankreich lieferte im J. 1896 684 670 t Phosphate, Belgien etwa 250 000 t, S 40 000 t, Norwegen 10 000 t, Nassau etwa 2500 t. Die gesammte Weltproduction an Phos im J. 1896 betrug nach Payen 2 490 000 t, doch dürfte diese Zahl zu hoch gegriffen se die Phosphate von Florida und Südcarolina in der Aufstellung mit 1 300 000 t eingestellt In Wirklichkeit beträgt die gesammte Production der Vereinigten Staaten nach den Angab Mineral Industry Band V nur 863 754 t. Dadurch reducirt sich die Weltproductionszif 2 100 000 t. Hierin ist aber als künstliches Phosphat die Thomasschlacke nicht eingere (Vgl. J. 1898, 405.)

fschliessung entweichende Fluorwasserstoff wird am einfachsten durch fein zer-
s Wasser niedergeschlagen.

er Sesquioxyde wegen wird meist etwas überschüssige Schwefelsäure angewendet; perphosphat musste daher früher vor dem Vermahlen auf grossen Darren ge- ʒt werden, welche durch den Maschinenabdampf geheizt wurden (J. 1890, 522). essen verwendet man jetzt meist geschlossene Trockenapparate, welche r Raum erfordern und die Unschädlichmachung der HF gestatten.

ach Milch & Cp. (J. 1898) steht die Feuerungsanlage *M* (Fig. 518 und 519) Kanal *N* mit der Trockenkammer *K* in Verbindung, aus welcher durch den Ab- die Verbrennungsproducte, sowie die dem Trockengut entzogene Feuchtigkeit em Schornstein *P* entweichen. Der Raum *L* der Trockenanlage dient zur Auf-

Fig. 518.

Fig. 519.

der auf den Wellen *A* und *B* festgekeilten prismatischen Trommeln *C*, welche hrung und Bewegung eines endlosen Bandes dienen, das aus Klappengliedern *G* t wird, die sich dachziegel- bez. schuppenartig überdecken und mit Bändern *g* lenkstangen *f* frei beweglich sind. Diese Stangen *f*, welche an den Enden Lauf- *F* tragen, die auf Schienen *J* Führung erhalten, sind durch Glieder *d D E* zu Bande ohne Ende verbunden, dessen oberer Theil, welcher durch die Lagerung ommeln *C* in verschiedener Höhe bei der Bewegung des Bandes in der Pfeilrich- ısteigt, durch die Heiz- bez. Trockenkammer *K* geführt wird, deren Stirnwände sem Zwecke durchbrochen werden, während der untere Theil des Bandes durch mmer *L* zurückläuft. Das Trockengut wird bei *Q* in geeigneter Vertheilung eren Ende dem Bande, dessen Klappenglieder *G* geschlossen sind, d. h. schuppen- uf einander liegen, aufgegeben und mit dem bewegten Bande in und durch die ımmer *K* geführt. Die Antriebsgeschwindigkeit des Bandes bez. die Stärke der ngutschicht wird dabei so bemessen, dass nach dem Durchgang des Trockengutes die Kammer *K* eine vollkommene Trocknung des Gutes erzielt wird. Eine ıätige Entleerung des Bandes am oberen Ende und eine Förderung des getrock- Materials nach dem z. B. durch eine Schiebethür *S* zugänglich gemachten Abfall lgt dadurch, dass die Klappenglieder *G* nach Ueberschreiten der Mittelachse der Prismentrommel *C* um ihre Gelenkbolzen *f* nach unten klappen; hierbei treffen en den Anschlag *H*, wodurch eine Entleerung bez. ein Abklopfen der einzelnen n erzielt wird. In dem unteren Theil des Bandes, welcher durch die Kammer zurückläuft, hängen die Klappenglieder *G* frei nach unten, um sich selbstthätig an die Prismenflächen der unteren Trommel *c* auf der Achse anzulegen, so dass

bei der Beschickungsöffnung Q der Abdeckung T die Klappen wieder dachzie
einander überdecken und eine volle Fläche für das aufzubringende Trockeng
bieten. — Merck & Cp. (J. 1895) empfehlen einen Schachttrockner mit S
kasten.

Der Trommeltrockenapparat von Möller und Pfeiffer (J. 189
in mehreren Superphosphatfabriken verwendet. Das feuchte Superphosphat wir
einen heissen
strom in den
cylinder h (Fi
geführt; die t
Masse wird be
gezogen. De
Gebläse e ge
Pressluftstrahl
durch Düse
saugt die Fe
von f an und
in der Mischd

Fig. 520.

das Trockenluftgemisch. Ein Theil der durch das Trockengut geführten
wird am Ende der Trommel durch einen Rücklaufkanal r vermittels d
bläses e abgesogen und durch die Einblasedüse l von Neuem in die Tr
gepresst.

Dieses Zurückführen der viel Wasserdampf enthaltenden Trockenluft erscheint im
Moment nicht richtig, da man ja den Wasserdampf aus der Trommel und aus dem Tro
heraus haben will, und aus diesem Grunde ist wohl diese Rückführung bisher nicht ange
worden. Trotzdem beruht auf diesem Principe gute Wärmeökonomie, ohne dass der T
process dadurch verzögert würde. Wird durch das Gebläse e frische Luft durch die Au
düse getrieben, so kann man dann innerhalb der Trommel wohl dieselben Trockenwir
erzielen, aber man muss den grossen Luftstrom, welcher durch das Gebläse geförder
ständig von der Aussentemperatur bis zu der in der Mischdüse gewünschten Temperatur er
ein grosser Theil der zugeführten Wärme geht dadurch verloren, dass dieser Luftstrom
Trommel mit erhöhter Temperatur und nicht ganz mit Wasserdampf gesättigt entweicht.
man dagegen die schon einmal durch das Trockengut geführten Gase durch den Rücklau
dem Gebläse e zuführt und von Neuem in die Trommel presst, dann wird durch Zuführu
Feuergase und der in diesen enthaltenen Wärme die Temperatur der rückgeführten Gase
und dadurch die Aufnahmefähigkeit für Wasserdampf wieder gesichert. Die dieser R
zugeführten Wärmemengen werden bei erneuter Durchführung durch die Trommel f
Trocknung wieder nutzbar gemacht. An dem Ende der Trommel wird nur so viel Troc
aus der Trommel entfernt, als durch die Feuerstellen neu hinzugeführt werden muss. E
mithin von der in dem Brennstoff vorhandenen Wärmemenge, abgesehen von unvermeid
Strahlungsverlusten, nur derjenige Theil verloren, welcher zur Erwärmung der Verbrennu
von der Aussentemperatur bis zu derjenigen Temperatur, mit welcher die Verbrennungsg
Trommel verlassen, erforderlich ist. Da nun diese Temperatur wenig über oder unte
liegt, so wird theoretisch nur ein sehr geringer Theil der in dem Brennstoff vorhandenen W
menge verloren gehen, während die übrige Wärme zur Verdampfung und zur Erwärmu
Trockengutes von der Temperatur beim Eintritt bis zur Temperatur beim Austritt nutzb
macht wird. In der That hat sich ergeben, dass 1 k Kohle 8 k Wasser verdampft und zw
einem Material, aus welchem nur etwa 7 bis 8 Proc. Wasser ausgetrieben wird, bei welche
die Wärmemenge zur Erwärmung des Materials von der Anfangstemperatur bis zur Au
temperatur sehr gross ist.

Flecken (J. 1899) empfiehlt das Trocknen von Superphosphat in der
schliesskammer mit heisser Luft. — Lorenzen (J. 1899) bringt unter die M
maschine A (Fig. 521), in welcher Phosphat mit Schwefelsäure gemengt wird,
Trockenschalen B. Zum Zweck der Wärmezufuhr ist dieselbe mit einer Heizvorric
(Hohlraum o. dgl.) umgeben und besitzt zum Vertheilen und zum endlichen H

der Masse ein Rührwerk b_1 mit besonderem Antrieb. Die Entleerungsklappen b_3 ıfschliesskammer C sind zum Schliessen und Oeffnen mit Zugleinen b_2 mit Gegenıten versehen.

charff & Cp. (J. 1897 u. 1898) haben gefunden, dass sich das Superphosphat warmen, erstarrten Zustande, wie es sich in den Aufschliesskammern befindet, ıe Schichten schneiden lässt, welche, ıft ausgesetzt, in Pulver zerfallen. hneidet also das Superphosphat in dem de, wie es die Aufschliesskammern t, durch geeignete Mittel in sehr Schichten. In der Praxis wird das ren derartig ausgeübt, dass man perphosphat in einen Trichter bringt ı dessen unterem Ende schnell roti-Iesser dünne Schichten von dem Superat abschneiden oder gleichsam abı oder abkratzen lässt. Die dünnen ten zerfallen dabei sofort in ein feines , welches durch eine grosse Ober-die Verdunstung des in ihm enthal-Vassers begünstigt. — Das Verfahren h bewähren.

Fig. 521.

ır Herstellung des sog. Doppelsuperphosphates wird — zur leichteren Verfrach- aus dem verdünnten Gemenge von Lahn-Phosphorit mit Schwefelsäure der Gyps abgeı und die Lösung eingedampft (J. 1882, 387).

as sog. Zurückgehen der Superphosphate[1]), d. h. das Wiederunlösrden der wasserlöslichen Phosphorsäure wird besonders auf die Bildung von und Thonerdephosphat zurückgeführt. Knop findet, dass die Verbindung $PO_4)_2$ in concentrirten Massen leicht $CaHPO_4$ ausscheidet und so das Zurück- veranlasst. Nach Schucht bildet sich beim Aufschliessen eisenhaltiger ıate:

$$3(Fe_2O_3 . P_2O_5) + 6H_2SO_4 = (Fe_2O_3 . P_2O_5 ; 4H_3PO_4) + 2Fe_2(SO_4)_3.$$

as Eisenoxyd tritt nun im Superphosphat, soweit es die freie Säure zulässt, mit ıuren phosphorsauren Kalk in Reaction, wodurch ein bleibender wasserhaltiger, artiger Niederschlag entsteht, welcher Vorgang scheinbar nach

$$CaH_4(PO_4)_2 + Fe_2(SO_4)_3 = Fe_2O_3 . P_2O_5 + CaSO_4 + 2H_2SO_4$$

ft. Dieser Niederschlag wird im Superphosphat nach und nach ganz unlöslich, ch Gruber dadurch erklärt, dass diesem phosphorsauren Eisenoxyd in Folge uskrystallisation des amorphen schwefelsauren Kalks das Constitutionswasser en wird. Hiernach ist es auch erklärlich, dass man schlecht aufgeschlossenes hosphat nach einigen Wochen nicht mehr durch weiteren Säurezusatz verı kann.

on einem Doppelsuperphosphat der unter I angegebenen Zusammensetzung ı durch Auslaugen mit kleinen Mengen Wasser auf dem Filter die unter II anenen Mengen gelöst, die unter III aber, als 20 g der Probe sofort mit 1 *l* Wasser delt wurde:

---

[1]) J. 1880, 338; 1881, 323; 1882, 389; 1883, 383 u. 386; 1884, 367; 1885, 270 u. 272; 4; 1887, 300; 1889, 462; 1890, 532; 1891, 411; 1899, 443.

	I	II	III
P_2O_5 . .	49,90	47,20	45,8
SO_3 . . .	1,20	1,20	1,2
SiO_2 . .	0,50	—	—
CaO . . .	17,24	15,20	14,7
MgO . .	1,15	1,12	1,11
Fe_2O_3 . .	2,87	1,32	0,66
Al_2O_3 . .	1,38	1,33	1,38
Na_2O . .	0,40	0,40	0,40
Wasser .	23,52	—	—
Organisches	1,53	—	—

Durch die sofortige grössere Verdünnung wurden somit 1,4 Proc. Phosph weniger gelöst als durch allmähliche Auslaugung.

Nach dem Verhalten des Phosphates berechnet Otto folgende Verbindungsf

$CaH_4(PO_4)_2$	60,0 Proc.
$CaSO_4 + 2aq.$	2,88 „
$MgHPO_4 + 7aq.$	6,82 „
$FeH_6(PO_4)_3$	5,725 „
$Al_2H_3(PO_4)_3$	4,427 „
Freie P_2O_5	2,21 „
$Na_2H(PO_4)$	0,89 „
$CaHPO_4 + 2aq.$	5,087 „
$Ca_3(PO_4)_2$	0,681 „
$FePO_4$	0,614 „
Fe_2O_3	1,55 „
Al_2O_3	0,05 „
SiO_2	0,5 „

Eine sehr wichtige Phosphorsäurequelle bilden die basischen Schla (S. 208).

Nach Analysen von Bücking und Linck (J. 1887) enthielt die Entphosphor schlacke 1. ein hexagonal krystallisirendes Mineral, welches sie als apatitähnlich bezei dasselbe besitzt rein 36,8 Proc. P_2O_5; 2. ein monoklines Mineral von blauer Farbe und s Diamantglanz, welches der Analyse nach aus

$$4\,Ca_3P_2O_8 + 3\,Ca_3SiO_5$$

zu bestehen scheint; dasselbe besitzt rein 31,2 Proc. P_2O_5; 3. ein rhombisches Mineral vo licher Farbe, dessen Zusammensetzung sich annähernd mit der Formel $Ca_4P_2O_9$ deckt; d besitzt rein 38,8 Proc. P_2O_5. Von den drei krystallinischen Bestandtheilen, welche die T schlacke zusammensetzen, besitzt die hexagonale (apatitartige) bei Weitem die geringste C löslichkeit. Die blaue Substanz von der Zusammensetzung $4\,Ca_3P_2O_8 + 3\,Ca_3SiO_5$ u braungelbe, deren Zusammensetzung sich fast genau mit der Formel $Ca_4P_2O_9$ deckt, ve sich hinsichtlich ihrer Citratlöslichkeit ziemlich gleich; es scheint sogar das Tetracalciumph trotz seines hohen Gehaltes an P_2O_5 auch procentisch am günstigsten dazustehen. Mit Resultaten stimmt die Beobachtung überein, dass die in neuerer Zeit gewonnenen Schlack deutend weniger von der hexagonalen Substanz enthalten als die früheren. Die Haup der Phosphorsäure ist in Form des blauen monoklinen Minerals vorhanden. Wenn man be dass bei dem Thomasprocess meist mehr oder minder erhebliche Mengen von Sand zu werden, so bietet diese Erscheinung eine Erklärung dafür, warum eine Substanz, die n Phosphorsäure gar nichts zu thun hat, doch die Löslichkeit und damit die Wirksamkeit der befördert. (J. 1897, 508.)

Die Vermahlung der Schlacke bot namentlich im Anfang bedeutende Schv keiten. Man begann die Vermahlung auf den gewöhnlichen Phosphatmühlen mit Brec Walzwerk und wagrecht laufenden Steinen, aber da die Schlacken mit Eisenstücken dur sind, hatte man gewaltigen Bruch an allen Eisentheilen der Mühlenanlage und colossa nutzung der Steine. Eingeschaltete grosse Magnete haben die Uebelstände wohl etwas geb aber man ging doch bei der Vermahlung der Schlacken zu Kollergängen und namentlich jet allgemein zu sog. Kugelfallmühlen über. Die Abnutzung ist zwar auch bei diesen Mühlen lich, aber doch viel geringer wie bei jedem anderen Apparat, und der Kraftverbrauch beträg kaum die Hälfte wie bei gewöhnlichen Mahlgängen. Man mahlt mit 8 bis 10 Pf., je na Beschaffenheit der Schlacke, 75 bis 100 hk in 24 Stunden.

Stickstoffdünger sind ausser Peruguano und Knochenmehl namentlich das efelsaure Ammonium (S. 434) und der Chilisalpeter (S. 568), minder g sind eingetrocknetes Blut, Fleischabfälle, Hornspäne, Wollstaub u. dgl. Von verbindungen werden besonders Chlorkalium und Kainit (S. 450) ver- t.

Jntersuchungsverfahren[1]).

Borsäure und Borax.

Die Borsäure kommt vor als Sassolin, H_3BO_3, auf der Insel Volcana, ferner in den lien:

Boracit (Magnesiumborat mit Chlormagnesium)	. mit	62,5	Proc. Borsäure
Rhodicit (Calciumborat), Pandermit	„	30 bis 45	„ „
Tiza oder Boronatrocalcit (auch in den Mineralien Franklandit und Ulexit vorkommend)	„	30 bis 44	„ „
Hydroboracit	„	47	„ „
Tinkal oder Borax (Natriumborat)	„	36,5	„ „

Rohborax kommt in Valée Saline des Districtes Inyo, Californien, in 16 bis 46 cm mächtigen ten vor, bei einem Gehalt von 10 bis 90 Proc. in einem Conglomerat aus Sand und kleinen llen von kohlensaurem und schwefelsaurem Natrium und Chlornatrium. Unterhalb des agers in 1,2 m Tiefe befindet sich eine Borax haltige Lauge, welche zur Zeit nicht benutzt Der aus 0,46 m Tiefe gewonnene Rohborax wird in grossen eisernen Gefässen von 18 bis Inhalt in siedendem Wasser aufgelöst, die geklärte Lösung in Krystallisirgefässe von ver- n Eisenblech und 9 cbm Inhalt übergezogen, der auskrystallisirte Borax nochmals um- lisirt. (J. 1892.)

Die Borsäure findet sich ferner in den heissen Quellen von Sasso bei Siena und vor allem m Landstrich zwischen Volterra und Massa maritima in den italienischen Provinzen Pisa rosetto, in welchen an vielen Punkten borsäurehaltige Wasserdämpfe aus Klüften und des Bodens (Soffioni) hervorströmen. Höffer und Mascagni wiesen zuerst 1776 die re in diesen Dämpfen nach. Es bilden sich kleine Sümpfe (*Fumacchi*, *Fumarole*, *Soffioni*,). Seit 1818 wurden künstliche Lagunen angelegt, um die Borsäure der Soffioni fabrik- zu gewinnen. Die ersten Lagunen entstanden am Monte Cerboli im Cecinathale. Seit t die Borsäuregewinnung in Mittelitalien dadurch vervollkommnet, dass Durval künst- offioni anlegte, indem er Bohrlöcher in den borsäurehaltigen Grund niederbrachte.

Um die Borsäure zu gewinnen, stellt man über den natürlichen Zerklüftungen, aus welchen e Fumarolen entwickeln, oder den künstlichen Soffionis, mit Wasser angefüllte Behälter iche Lagunen) her, in welche soviel als möglich Soffioni münden. Sobald das Wasser die e Menge von Borsäure aufgenommen hat, wird es in eine grosse gemauerte Cisterne ab- n und von hier in die Abdampfpfannen. Zum Abdampfen der Borsäurelösung benutzt man irme derjenigen Soffioni, welche wegen ungünstiger Lage sich nicht zur Anlegung von en eignen. In den Pfannen setzen sich noch verschiedene Unreinigkeiten, namentlich b. Sobald die Lösung ein spec. Gewicht von 1,07 bis 1,08 bei 80° zeigt, bringt man sie erne, mit Blei ausgefütterte Krystallisirgefässe, in welchen sich die Borsäure krystallinisch . Man reinigt die Borsäure durch Umkrystallisiren und Behandeln der Lösung mit Thier- Ausser Toscana liefert die Insel Vulcano Borsäure in den Handel; Italien führte im J. 513 t Borsäure aus.

Borsäure aus Boronatrocalcit. Boronatrocalcit wird gepulvert und mit ure zersetzt. Die Auflösung wird durch ein Rührwerk oder ein Rührgebläse tützt. Den erforderlichen Zusatz an Salzsäure ermittelt man bei jeder Post durch rsuche. Das Erwärmen wird durch direct einströmenden Dampf bewirkt. Die rlauge lässt sich längere Zeit zu neuen Lösungen verwenden, indem man nur so usscheidet, als nöthig ist, um die heisse Lösung auf einem durch Erfahrung be- ten spec. Gewicht zu erhalten. Die Krystallisation der Borsäure geschieht in ottichen; die Säure wird durch Ausschleudern und Auswaschen gereinigt. An

---

1) J. 1889, 466; 1893, 441; 1894, 517; 1895, 483; 1897, 511; 1898, 408; 1899, 444.

Stelle der Salzsäure kann besonders für Stassfurtit Schwefelsäure verwendet wer Die chemische Fabrik Bettenhausen will die Borsäuremineralien mit Kohl aufschliessen (J. 1893).

Reine Borsäure wird durch Umkrystallisiren der raffinirten Säure aus hergestellt. Als Krystallisirgefässe werden Steingutgefässe gewählt. Um di Borsäure in die grossblättrige Form überzuführen, wird eine nicht ganz gesättigte Lösung in vorgewärmte Thongefässe von etwa 150 *l* Inhalt eingefüllt. Diese Gefä vorher mit einer genügend dicken Schicht schlechter Wärmeleiter umgeben, sie ferner mit passendem Deckel bedeckt und auch hier vor rascher Abkühlung ge Nothwendig ist ausserdem, dass die Gefässe an einem gegen Erschütterungen gescl Orte aufgestellt sind. Nach 8 bis 12 Tagen findet sich alsdann die Borsäure in wünschten Form auskrystallisirt.

Eigenschaften und Verwendung. Die gereinigte krystallisirte Borsäure, verliert bis über 100° erhitzt einen Theil ihres Krystallwassers, ohne zu schmelzen, wob Metaborsäure, HBO_2, übergeht, während der Rest des Wassers erst in der Glühhit Schmelzen ausgetrieben werden kann. Nach dem Erkalten erscheint die geschmolzen (B_2O_3) als ein sprödes Glas. 1 Th. Borsäure löst sich in 25,6 Th. Wasser bei 15° und in bei 100°. Die Borsäure ist eine feuerbeständige Säure und treibt, mit schwefelsauren erhitzt, aus letzteren die Schwefelsäure aus. Mit Alkoholdämpfen und mit Hochdruck dämpfen verflüchtigt sie sich. — Die Borsäure wird hauptsächlich zur Fabrikation des zum Glasiren gewisser Porzellanarten, zum Tränken der Dochte bei der Stearin- und P kerzenfabrikation verwendet. Ausserdem dient sie zur Darstellung von Flintglas und lichen Edelsteinen. Seit d. J. 1859 benutzt man auch die Borsäure bei der Fabrikat Smaragdgrün, Pannetier's Grün, Vert-Guignet (s. d.). Die fleischconservi Eigenschaften der Borsäure finden in den schwedischen Präparaten Aseptin und A Verwerthung.

Borax. Der Borax oder das borsaure Natrium, $Na_2B_4O_7$, findet sich fer bildet in der Natur in einigen Seen von Indien, China, Persien, auf Ceylon, nam in dem See Teschu-Lumbu in Gross-Tibet. Ausserdem kommt er (neben Tiza) Grenze der Salpeterfelder in Peru und Bolivien, im *Borax Lake*[1]) und im *Py Lake* in Californien vor. Der durch Verdunstung durch die Sonnenwärme au Wasser der Boraxseen herauskrystallisirte Borax wurde früher in grosser Menge dem Namen Tinkal, Tinkana, Swaga oder Pounxa in Europa eingeführt. — Boraxsee oder Clear Lake in Nevada wird der boraxhaltige Schlamm aus de durch Baggern gewonnen, an der Sonne getrocknet und dann ausgelaugt. Er l nach Europa unter dem Namen Nevada-Borax (vgl. J. 1877, 410; 1878, 1892, 395).

Zur Reinigung des Tinkal und des Newada-Borax wäscht man ihn mit Natronlauge, löst in siedendem Wasser, gibt auf 100 Th. des zu raffinirenden Salzes krystallisirtes Natriumcarbonat zu und filtrirt. Die Lösung wird durch Abdampfen bis bis 20° B. gebracht und krystallisiren gelassen. Oder man übergiesst denselben mit kleinen Menge kalten Wassers und setzt nach und nach unter Umrühren 1 Proc. Kalk hinzu. Nach einiger Zeit wird siedendes Wasser zugesetzt und die Flüssigkeit durchg Zu der Flüssigkeit setzt man 2 Proc. Chlorcalcium, seiht wieder durch, dampft die Flüssig und lässt krystallisiren.

Seit dem J. 1818 begann in Frankreich die Fabrikation von B mittels Borsäure, wodurch sich der Preis des Borax um $^3/_4$ erniedrigte. Je dem Wassergehalt des krystallisirten Borax und seiner Krystallform unterscheide 1) den gewöhnlichen oder prismatischen Borax, $Na_2B_4O_7 . 10H_2O$; 2 octaëdrischen Borax, $Na_2B_4O_7 . 5H_2O$.

---

1) Das Wasser des Boraxsees enthält im Liter 35,23 g feste Bestandtheile, da 3,96 g Borax.

ur Fabrikation des prismatischen Borax löst man in einem mit Bleiblech aus-
·ten Bottich 1300 k krystallisirtes Natriumcarbonat in etwa 15 hl Wasser und erhitzt.
lie Sodalösung siedet, wird die Borsäure in Mengen von etwa 5 k eingetragen. Neben
ılensäure entwickeln sich auch kleine Mengen von Ammoncarbonat. Zur Sättigung der
ten Menge Soda hat man gegen 1200 k roher Borsäure nothwendig. Die siedend gesättigte
zeigt 21 bis 22° B. und hat eine Temperatur von 104°. Die geklärte Lauge gelangt in die
lisirgefässe. Nach 2 bis 3 Tagen ist die Krystallisation beendigt. Der so erhaltene Borax
ıt in kleinen zerbröckelten Krystallen, welche zur Reinigung umkrystallisirt werden müssen.
m den rohen Borax zu reinigen, löst man ihn in einem mit Blei ausgefütterten
ıen Bottich, welcher durch eingeleitete Wasserdämpfe erhitzt wird. Man füllt
ttich mit Wasser und hängt den zu reinigenden Borax in einem Drahtsiebe unter
erfläche der Flüssigkeit. Auf je 100 Th. Borax setzt man 5 Th. krystallisirtes
ncarbonat hinzu und fährt mit dem Auflösen neuer Mengen fort, bis die Lauge
zeigt. Die Krystallisirgefässe werden mit der Lauge bis auf 3 cm vom Rande
lt und mit einem Deckel dicht verschlossen. Beim Erkalten entsteht durch
ıtung der Wasserdämpfe auf der Oberfläche der Lauge eine geringe Wasser-
, wodurch der Entstehung kleiner Krystalle auf der Oberfläche vorgebeugt wird.
he dies nicht, so würden diese Krystalle zu Boden fallen und sich daselbst zu
llkrusten vereinigen. Nach Scheuer (J. 1892) sind folgende Vorsichtsmaass-
zu beachten: 1. Der Borax krystallisirt am leichtesten und schönsten, wenn ein
r Sodaüberschuss vorhanden ist, etwa 5 Proc. Krystallsoda auf 100 Krystall-
Fehlt es an Soda, so entstehen schwer krystallisirbare Laugen. 2. Ueber-
er Sodaüberschuss eine gewisse Grenze, so krystallisirt das neutrale Borat aus
$_2 + 4H_2O$); wichtig bei Verarbeitung der Mutterlaugen. 3. Wird eine be-
Concentration der heissen Laugen überschritten (24 bis 28° Bé. bei reinen
), so krystallisirt octaëdrischer Borax ($Na_2B_4O_7 + 5H_2O$) aus, welcher nur die
Krystallwasser enthält wie der prismatische Borax. Dies ist namentlich wieder
farbeitung der Mutterlaugen zu beachten. 4. Die handelsüblichen Krystalle
nur erhalten werden durch sehr langsame Abkühlung der heissen Laugen von
r Zusammensetzung, in grösseren Krystallisirgefässen von mindestens 5 cbm Inhalt.
ie Krystallisation erfordert je nach der Temperatur der äusseren Luft 16 bis 18 Tage.
eser Zeit hat die Lauge immer noch eine Temperatur von 27 bis 28°; bei weiterem Ab-
würden auch fremde Stoffe mit dem Borax sich abscheiden. Die Mutterlauge wird dann
st schnell von den Krystallen abgezogen und in flache Krystallisirgefässe gegeben, wo
h kleine Krystalle bilden. Die grossen Boraxkrystalle werden mit Hilfe eines Schwammes
anhängenden Mutterlauge befreit; darauf wird das Krystallisirgefäss schnell wieder mit
ckel bedeckt, sonst würden die Krystalle zu schnell abkühlen und Sprünge und Zer-
en erhalten. Nach einigen Stunden bricht man die Krystalle aus dem Gefäss heraus.
stalle werden getrocknet und nach dem Sortiren verpackt.

orax aus Boronatrocalcit. In neuerer Zeit stellt man Borax aus dem
hen Calciumborat oder Calciumnatriumborat (Tiza, Boronatrocalcit, Ulexit,
ındit), $Na_2B_4O_7 + 2CaB_4O_7 + 18H_2O$, oder nach neueren Versuchen (J. 1887,
$NaCaB_5O_9 . 8H_2O$ dar, welches in grosser Menge besonders aus dem Norden
(Maricunga und Ascotan) über Hamburg nach Deutschland kommt (J. 1888,
Nachfolgende Analysen zeigen die verschiedene Zusammensetzung des Minerals:

	Ascotan		Maricunga
Wasser	19,86	16,14	21,02 Proc.
Sand	4,95	5,35	14,44
Schwefelsäure	0,82	0,28	14,76
Chlor	9,64	12,93	3,23
Eisenoxyd und Thonerde	0,24	0,55	2,35
Kalk	12,34	16,38	13,41
Magnesia	0,37	10,19	0,94
Natron	15,91	0,85	9,11
Borsäure	38,04	39,63	21,47

Von Pandermit, wesentlich $Ca_2B_6O_{11} . 4 H_2O$, finden sich grosse L
Kleinasien.

Der in Deutschland verbrauchte Borax wird grösstentheils aus Boronatro
Hamburger Fabriken hergestellt. Nach Witting (J. 1888) wird die Koch
gemahlenen Borkalkes mit calcinirter Soda in grossen Kesseln, welche mit einem
Rührwerk versehen sind, bei directer Dampfeinströmung vorgenommen. 25
werden mit der 4- bis 5fachen Menge Wasser angerührt und, wenn der Brei ins
geräth, die Soda allmählich zugefügt. Es muss als Regel gelten, so viel Soda zu
dass ein mässiger Ueberschuss vorhanden ist; noch besser thut man, gleich
calcinirter Soda und Natriumbicarbonat zu nehmen, da die Kochung dann sch
3 bis 4 Stunden beendet ist. — Nach Nagel (J. 1899) wird der Borocalcit in
mühlen zu einem feinen Mehl gemahlen und 1500 k davon mit der vierfache
Wasser in einem Kessel durch directen Dampf erhitzt. Man fügt nun 800 k Bi
und 200 k Natriumcarbonat hinzu und setzt das Kochen 3 Stunden hindurch fo
Masse wird nun durch grosse Filterpressen, welche mit einer Auslaugevorricht
sehen sind, durchgezogen.

Die Laugen werden in eisernen, viereckigen Kasten von etwa 10 bis 15 h
in einem kühlen Raume der Krystallisation überlassen. Die gewonnenen
müssen durchschnittlich eine Concentration von 30 bis 35° B. oder darüber
Rohborax ist nach 3 bis 4 Tagen in dicken Krusten an den Wandungen auskrys
auch auf dem Boden als Krystallgruss abgelagert. Der durchschnittliche Ge
Rohborax an reinem Natriumbiborat ($Na_2B_4O_7 + 10H_2O$) ist etwa 40 bis 50
der Rest besteht aus etwa 40 Proc. Natriumsulfat und 10 Proc. Chlornatrium
Laugen können mehrere Male nach einander zu den Kochungen verwandt
werden sie aber zu concentrirt, so thut man besser, sie einzudampfen. Die erst
Abdampfung erhaltene Krystallisation enthält noch genügend Borax, um dem er
Rohborax zur weiteren Verarbeitung zugeführt zu werden. Die nun etwa 1
Borax haltenden weiteren Krystallisationen werden in einer weiter unten beschr
Weise behandelt, um den Borax nach Möglichkeit zu gewinnen.

Um den erhaltenen Rohborax, 40 bis 50 Proc. Borax durchschnittlich
in die reine Handelswaare überzuführen, nimmt man die Feinkrystallisati
Als Krystallisationsbottiche werden möglichst grosse, viereckige, eiserne Kasten
gewöhnlich 8 bis 10 cbm fassend. Dieselben sind mit einer Holzwand um
ausserdem der Raum zwischen Bottich und Holzwand mit schlechten Wärm
als Asche, Heu oder Sägemehl gut ausgefüllt. Dies geschieht, um eine m
langsame und vor Temperatureinflüssen möglichst geschützte Krystallisation ein
und durchzuführen, da nur durch peinlichste Vermeidung einer unregelm
Erkaltung Krystalle von der nöthigen Härte und Grösse erzielt werden. D
lösung des Rohborax nimmt man in soviel Wasser vor, dass eine kochen
Lauge von 30° B. bei Verwendung reinen Wassers zur Lösung erhalten wird.
kann die sog. Feinlauge mehrere Male zum Auflösen neuer Mengen von Ro
verwenden und muss dann natürlich, je nach der eintretenden Anreicheru
Natriumsulfat und Chlornatrium die Lauge hochgradiger anstellen. Aus zu
trirten heissen Laugen krystallisirt bei noch sehr hoher Temperatur octaëd
Borax aus, der nur 5 Mol. Krystallwasser enthält, was einem bedeutenden Verl
Borax-Ausbeute gleichkommt, da der prismatische Borax (die Handelswaar
$10H_2O$ krystallisirt. — Scheuer (J. 1892) empfiehlt den Rohborax durch g
Krystallisation und raschere Abkühlung der Laugen in ein feines Pulver überzu

Um das Eisen und Spuren organischer Stoffe zu beseitigen, bedient man s
unterchlorigsauren Natriums. Chlorkalk wird mit Natriumcarbonatlösung bel

on der Lauge so lange zugesetzt, bis die Boraxlauge wasserhell ist und keine on mit Ferrocyankalium mehr gibt. Die heisse Lauge wird nun nach den llisationsbottichen geschickt; man muss sorgen, dass die Bottiche möglichst ganz sind und recht gut zugedeckt werden, da sonst zu schnelle Abkühlung eintreten Nach 10 bis 14 Tagen, je nach Jahreszeit und Witterung, ist die Temperatur 0 gesunken und ist nun die Boraxkrystallisation beendet. Bei 33° beginnt auch triumsulfat zu krystallisiren und muss daher bei dieser Temperatur die Lauge ab-n werden.

er an den Wandungen bei gut verlaufener Krystallisation in einer Stärke bis und darüber angesetzte Borax wird mit reinem Wasser abgebraust, oder eines Schwammes abgewaschen, um anhängende Tropfen von Mutterlauge sorg-und vollständig zu entfernen. Man kann durch Anschlagen mit einem Hammer usten mit Leichtigkeit losbrechen. In einer Trockenkammer in Körben bei Temperatur von 30° trocknet der Borax in 24 Stunden vollständig ab und wird urch Putzen von den an der Unterseite vorkommenden Schmutztheilchen befreit rch Verlesen von kleinen, nicht ausgebildeten Krystallen und Gruss gesondert. Er in mit blauem Papier ausgeschlagenen Fässern von 3 bis 4 hk Inhalt in den Handel.

in wichtiger Punkt der ganzen Fabrikation ist auch die zweckmässige Aufarbeitung ugen, welche die Roh- und Feinkrystallisationen liefern. Da die Laugen nicht zu oft kochungen benutzt werden dürfen, weil sie sich zu sehr mit Natriumsulfat und Chlor- anreichern, so müssen grosse Abdampfpfannen aufgestellt werden, um die anlangenden zu bewältigen. Im Winter schickt man die stark eingedampften Laugen in Krystallir-, welche im Freien aufgestellt sind; das Glaubersalz krystallisirt dann in grossen aus. Im Sommer aber sind die Laugen sehr unbequem. Selbst sehr stark ein-fte Laugen können tagelang ohne zu krystallisiren stehen und spotten auch all der Kunstgriffe, die angewandt werden und sich oft bewähren, um die Krystallisation ten. Man muss dann das Natriumsulfat und Kochsalz aussieden, was aber immerhin e im Gefolge hat, da das in harten Krusten an den Wandungen der Abdampfpfannen dampfrohre sich festsetzende Salz etwa 3 Proc. Borax enthält, der für die Fabrikation n ist.

m aus dem auskrystallisirten Natriumsulfat, zu dem sich auch die aus der Rohborax-ung stammende Endkrystallisation von schliesslich nur 10 Proc. Borax haltendem Sulfat den Borax zu gewinnen, erwärmt man das Sulfat ganz gelinde unter Umrühren und rbeiten, bis es in seinem Krystallwasser geschmolzen ist. Man lässt nun das ge-ene Sulfat ab und erhält den ungelöst gebliebenen Borax in harten Stücken zurück, die n die Feinkrystallisation wandern können.

ur Darstellung von Borax oder Borsäure werden nach Schuster & Wil- (J. 1897) die Borkalke, Boronatrocalcit, Colemanit, Pandermit o. dgl. feinst gepulvert und sser zu einem dünnen Brei angerührt. Alsdann fügt man, am besten bei 100°, je nachdem rsäure allein oder Borax allein oder ein Gemisch aus beiden erzielen will, Flusssäure allein uornatrium oder kohlensaures Natron und Flusssäure in berechneten Mengen zu. Die ung verläuft schnell und vollkommen. Das gebildete Fluorcalcium sitzt leicht ab und mtliche Borsäure des Minerals enthaltende überstehende Flüssigkeit liefert nach ihrer tration tadelfreie Krystalle von sehr reinem Borax bez. Borsäure. — Rickmann (J. 1898) Mineralien mit Siliciumfluorid zersetzen.

er prismatische Borax bildet fast farblose und durchsichtige Krystalle von 1,75 spec. welche sich in 12 Th. kaltem und 2 Th. siedendem Wasser zu einer schwach alkalisch nden Flüssigkeit auflösen. An der Luft verwittern die Krystalle nur oberflächlich.

ctaëdrischer Borax, $Na_2B_4O_7 . 5H_2O$: Man löst prismatischen Borax in lem Wasser, bis die siedende Lösung 30° B. (= 1,260 Vol.-Gew.) zeigt und sst die Flüssigkeit einer langsamen und regelmässigen Abkühlung. Wenn die ratur bis auf 70° gesunken ist, fangen die octaëdrischen Krystalle an sich zu und dies dauert fort, bis die Temperatur nur noch 56° beträgt. Von dieser Zeit die Mutterlauge nur noch prismatische Krystalle.

er octaëdrische Borax kommt im französischen Handel unter dem Namen calcinirter Juwelierborax, Rindenborax u. s. w. vor. Der prismatische Borax zerspringt schon bei

einem Temperaturwechsel, der 15° beträgt, der octaëdrische aber behält unter gleich ständen seinen Zusammenhang. Während der gewöhnliche Borax im Wasser sowoh feuchter Luft durchsichtig bleibt und in trockener Luft an der Oberfläche verwittert, we Krystalle des octaëdrischen Borax, dem Wasser und der feuchten Luft ausgesetzt, undurch wobei sie nach und nach 5 Mol. Wasser aufnehmen und in den prismatischen Borax übe

Anwendung des Borax. Borax dient zur Glasur der feineren Fayence und Thonwaaren, auch zuweilen als Zusatz zur Masse gewisser Thonarten. Borax bildet mit S (in dem Verhältniss von 1 Th. Borax auf 5 Th. Harz) einen in Wasser löslichen Fi welcher in der Hutfabrikation zum Steifen der Filzhüte Anwendung findet. Borax di Bereitung des Glanzstärkepräparates (zum Steifen und Glänzen der Wäsche). Zink- und M borat findet als Siccativ in der Firnissbereitung Anwendung.

Aluminiumverbindungen.

Alaun, besonders der Kaliumalaun, $Al_2K_2(SO_4)_4 . 24H_2O$, findet sich als Ausb oder Auswitterung auf Alaunschiefer, meist als Federalaun (Federsalz, Haarsalz, Keram vorzugsweise in vulkanischen Gegenden, zumal in den Solfataren, in schwefelkieshaltige lagern u. s. w. Natürlicher Alaun hat keine technische Bedeutung, da aller Alaun des I künstlich dargestellt ist.

Zur fabrikmässigen Darstellung des Alauns, des Aluminiumsulfa des Natriumaluminats dienen besonders Alaunstein, Alaunschiefer und Bauxit.

Alaunstein oder Alunit ist das Product der Einwirkung von sch sauren Dämpfen auf Gebirgsarten, welche reich an Feldspath (Feldspathlava) Tolfa bei Civita-Vecchia, Montioni bei Massa maritima, Munkács in Ungarn. krystallisirte Alaunstein besteht aus Kaliumaluminiumsulfat und Aluminiumh $K_2SO_4 + Al_2(SO_4)_3 + 2Al_2(OH)_6$.

Alaunstein verliert schon bei angehender Rothglühhitze sein Wasser und g eine Verbindung über, aus welcher das Wasser Alaun auszieht, während a gebrannten Alaunstein Wasser nicht einwirkt. Zu Tolfa wird das Mineral in zerschlagen und geröstet, der geröstete Stein wird in gemauerten Bühnen, d gemauerten Gräben umgeben sind, in mässig hohen Haufen ausgeschüttet u Wasser begossen. Der geröstete Alaunstein zerfällt dadurch zu einem blassröth Brei, welcher nun mit heissem Wasser ausgelaugt wird, worauf die klare Lau Krystallisation versotten wird.

C. Schwarz hat römischen Alunit folgender Zusammensetzung

Kieselsäure	13,4 Proc.
Thonerde	35,5
Kali	12,5
Schwefelsäure	30,0
Eisenoxyd	0,05
Wasser	8,5

bei verschiedenen Temperaturen geglüht und mit Schwefelsäure verschiedener Concen behandelt.

Temperatur	Spec. Gew. der Säure	1,842	1,711	1,530	1,2
	Gelöst				
200°	Al_2O_3	23,41	30,43	17,85	1,
	K_2O	8,99	12,28	7,75	5,
300°	Al_2O_3	26,31	27,74	11,56	15,
	K_2O	10,85	11,17	7,07	7,
400°	Al_2O_3	25,49	26,40	30,00	21,
	K_2O	7,24	9,93	8,57	4,
500°	Al_2O_3	31,44	28,83	35,45	35,
	K_2O	12,34	10,61	12,46	12,

)arnach ist es am vortheilhaftesten bei 500° zu rösten und mit Schwefelsäure von 1,530 bis pec. Gew. auszuziehen (J. 1885, 304; 1886, 339).
)er römische Alaun hat die Eigenthümlichkeit, beim Erkalten der Lösung erst in ern und dann in Würfeln zu krystallisiren; man nennt ihn deshalb auch cubischen 1. Wenn man letzteren in Wasser löst und die Lösung bei 100° erhitzt, so setzt sich ier Alaun ab und die darüber stehende Flüssigkeit gibt beim Abdampfen octaëdrischen Lässt man aber die Flüssigkeit über dem Niederschlage stehen, so löst sich der letztere Erkalten wieder auf und die Lösung gibt beim Krystallisiren wieder cubischen Alaun. inn gewöhnlichen Alaun in cubischen umwandeln, wenn man die Lösung des ersteren mit rdehydrat digerirt und die Lösung nur auf 40° erwärmt. Die fleischrothe Farbe des hen, ebenso die des neapolitanischen Alauns rührt von etwas mechanisch eingeschlossenem xyd her.

launschiefer ist ein von Schwefelkies durchdrungener, durch Kohle stark ter Thonschiefer oder Schieferthon; er kommt vor in Oberbayern, in den ungsbezirken Düsseldorf und Trier, Sachsen, Böhmen, am Harze, bei Lüttich v. Alaunerde, ein mit Bitumen und Schwefelkies gemengter Thon, findet sich eienwalde, Gleissen, Schermeisel, in der Oberlausitz bei Muskau, bei Neuwied uf der Rhön. Ob diese Erze einem Röstprocess unterworfen werden müssen, b Verwittern derselben ausreicht, hängt von der Beschaffenheit der einzelnen ab. Bei der Verwitterung wird der Schwefelkies in Eisenvitriol und Schwefel- verwandelt; letztere bildet Aluminiumsulfat. Durch das Rösten bildet das Eisen- uret Monosulfuret und Schwefligsäure, welche zersetzend auf den Thon einwirkt luminiumsulfit und -sulfat bildet. Eisenmonosulfuret geht in Eisenvitriol, dann in ulfat über, wobei Schwefelsäure frei wird, die einen neuen Antheil Thon zersetzt. en die Erze sogleich nach der Röstung verarbeitet, so geben sie etwa um $^1/_6$ er Aluminiumsulfat, als solche, welche nach der Röstung etwa noch ein Jahr der usgesetzt werden. Die durch Auslaugen gewonnene rohe Lauge wird in bleiernen en concentrirt. Da gewöhnlich viel Eisenvitriol in der rohen Lauge enthalten sind viele Alaunwerke zugleich Vitriolwerke. Ist die Menge des Eisenvitriols in hen Lauge zu gering, als dass sich eine Verarbeitung derselben auf Vitriol ver- , so dampft man die Rohlauge ab, bis sie ein spec. Gewicht von 1,40 zeigt; es et sich dann basisches Ferrisulfat aus und die Lauge wird rothgelb. Sie wird in Kästen abgelassen, damit sie sich klärt, dann in die Präcipitirkästen (Rüttel- oder elkästen), um dort gefällt zu werden. Die Fällung der Gut- oder Garlauge oder ehlmachen geschieht durch Zusatz eines Kaliumsalzes oder Ammonsalzes. Der scheidet als feines krystallinisches Pulver, als Alaunmehl aus, welches von hängenden Mutterlauge durch Waschen befreit werden kann. 100 Th. Aluminium- bedürfen zur Fällung 43,5 Th. Chlorkalium, 50,9 Th. Kaliumsulfat oder 47,8 Th. onsulfat. Der Rohalaun wird durch Umkrystallisiren gereinigt.

Zur Darstellung von Alaun aus Thon glüht man den Thon bei Zutritt der Luft und esst ihn mit Schwefelsäure von 50° B. (= 1,52 spec. Gew.), die vorher in einer Bleipfanne he zum Sieden erhitzt worden ist. Die erhaltene Masse laugt man aus, lässt die Lösung en, kocht sie nach dem Klären mit Kaliumbisulfat und überlässt in bleiernen Pfannen der n Krystallisation.

Alaun aus Kryolith. Man erhitzt ein Gemenge von Kryolith mit Calcium- nat. Es bildet sich unter Entweichen von Kohlensäure im Wasser lösliches umaluminat und unlösliches Fluorcalcium:

$$Al_2Na_6F_{12} + 6CaCO_3 = Al_2(ONa)_6 + 6CaF_2 + 6CO_2.$$

Man laugt das Natriumaluminat mit Wasser aus und leitet in die Lösung die bei vorhergehenden Schmelze entwichene Kohlensäure, welche unter Bildung von umcarbonat Aluminiumhydrat ausscheidet. Soll letzteres nicht erdig niederfallen, lt man nicht mit Kohlensäure, sondern mit Natriumbicarbonat. Die geklärte Soda- giesst man ab und versiedet sie auf Soda, während die ausgewaschene Thonerde

in verdünnter Schwefelsäure gelöst wird. Diese Lösung wird entweder zur] von Alaun mit einem Kalisalz versetzt oder für sich abgedampft und das ents feste Salz unter dem Namen concentrirter Alaun oder Sulfat verwendet. (J. 18 und 457.)

Alaun aus Bauxit. Im südlichen Frankreich bei *Argile de Beaux*, i brien, bei Belfast in Irland, in Steiermark, in Krain (in der Wochein, wesh Bauxit auch Wocheinit genannt wird) und am Senegal finden sich grosse Mengen wesentlich eisenoxydhaltiges Thonerdehydrat (J. 1885, 306; 1890, 551). Man s den Bauxit durch Erhitzen mit Natriumcarbonat oder mit einem Gemenge von N sulfat mit Kohle auf. Durch Auslaugen erhält man eine Lösung von Natriumal aus welcher Thonerde, Alaun (oder Aluminiumsulfat) und Soda oder Aetznatr gestellt wird.

Kaliumalaun krystallisirt leicht in regulären Octaëdern, verliert bei 60° 9 Mol. und schmilzt bei 92° in seinem Krystallwasser. Nicht ganz bis zum Glühen erhitzt, ver unter starkem Aufblähen sein Wasser und geht in gebrannten Alaun (*Alumen ustum*) Durch Glühen mit Kohle bildet der Kaliumalaun eine pyrophorische Masse.

	Kalialaun	Ammonalaun
100 Th. Wasser von 0° lösen	3,9 Th.	5,22 Th.
100 „ „ „ 20° „	15,8 „	13,66 „
100 „ „ „ 100° „	360,0 „	421,90 „

Diese Lösung schmeckt süsslich zusammenziehend und reagirt sauer; in Folge dieser Reaction entwickelt Alaun mit Kochsalz erhitzt Salzsäure und zerstört concentrirte Alaun die blaue Farbe vieler (aber nicht aller) Ultramarinsorten.

Ammonalaun wird häufiger hergestellt als Kaliumalaun. Beim starken Erhitz Ammonalauns entweicht Ammonsulfat, Wasser und Schwefelsäure, während fast reine Th zurückbleibt.

Der neutrale oder cubische Alaun, Würfelalaun, $K_2SO_4 . Al_2S_2O_9$, wird er indem man dem Alaun durch Zusatz von Kalium- oder Natriumcarbonat Schwefelsäure en bis Thonerde sich auszuscheiden beginnt, oder Alaunlösung mit Thonerdehydrat digerirt. stellt ihn ferner durch Kochen von 12 Th. Alaun und 1 Th. gelöschtem Kalk in Wasser dar Flüssigkeit liefert beim Erkalten Würfel, welche zu gewissen Anwendungen in der Färber Zeugdruckerei vor dem gewöhnlichen Alaun den Vorzug verdienen, weil sie durch keine Reaction die Farben zu verändern im Stande sind. Ammonalaun gibt, auf ähnliche Wei handelt, ebenfalls einen neutralen Ammonalaun.

Zur Darstellung von Natronalaun, $Al_2Na_2(SO_4)_4 . 24H_2O$, erwärm in einem mit bleiernem Dampfrohre versehenen Bleikasten eine Lösung von Alumi sulfat auf 50 bis 60°, welche im Liter etwa 675 g Aluminiumsulfat enthält. H bringt man in kleinen Stücken ungefähr 146 g auf 1 *l* Lösung von wasserfreiem Nat sulfat hinzu. Ist die Lösung des Natriumsulfats erreicht, so hat die Lösung bei Temperatur von 50 bis 60° ungefähr eine Dichte von 1,35 erhalten. Man füh Lösung in die Krystallisationsgefässe ein, wo die Krystalle nach Verlauf einiger in Folge Abkühlung der Lösung anschiessen. Darauf werden sie gewaschen und verpackt. (J. 1890, 549; 1891, 452.)

Alaun findet wegen der grossen Verwandtschaft der Thonerde zu den Gespinnst und den Farbstoffen Anwendung in der Färberei und Zeugdruckerei (s. d.). Auf der E schaft des Thonerdehydrates, mit den Farbstoffen Verbindungen einzugehen, beruht di wendung des Alauns zur Darstellung der Lackfarben. Alaun dient ferner als Läuter mittel beim Ausschmelzen des Talges, zum Härten des Gypses, zum Unlöslichmachen des L in der Handpapierfabrikation und in der Papierfabrikation. In der Weiss- oder Alaunge macht eine Lösung von Alaun und Kochsalz die geschwellten Häute weissgar. Neuerdings statt Alaun sehr oft Thonerdesulfat verwendet.

Aluminiumsulfat, schwefelsaure Thonerde, bildet meist viereckige T von weisser Farbe, es löst sich leicht in Wasser. Im reinen Zustande hat es die Fo $Al_2(SO_4)_3 + 18H_2O$. Dasselbe wird besonders aus Bauxit dargestellt, wie für A

eben. In einer Fabrik, welche täglich 5 t Thonerdesulfat herstellte, wurde z. B. urisch (J. 1894) der feingemahlene Bauxit mit so viel Soda gemischt, dass auf Al_2O_3 etwa 1,2 Na_2O kommen, dann in einem Flammofen auf Weissglut erhitzt. Auslaugung sehr rasch erfolgen muss, wird die Schmelze gemahlen und in heisses r oder schwache Natronlauge geschüttet. Hierzu dient ein Holzbottich mit sehr umgehenden Rührwerken, in welchen 7 hl Wasser durch directen Dampf nahe bis ochen erhitzt werden. Dann schüttet man etwa 270 k des gemahlenen Röstguts und lässt nach 5, höchstens 10 Minuten schnellen Rührens die Lauge abfliessen, , heiss gemessen, 35° B. stark sein muss. Schwächere Laugen müssen vermieden n, weil aus ihnen die Thonerde leicht in schleimiger Form ausfällt; dagegen darf uge stärker als 35° B. sein. Man erreicht aber selten mehr als 36° B. Die natlauge soll im Liter mindestens enthalten: 170 g Al_2O_3 und 182 g Na_2O oder lecülverhältniss 1 : 1,78. In 24 Stunden machte man 6 bis 8 solcher Operationen. e heisse Aluminatlauge floss aus dem hochstehenden Lösebottich mit natürlichem sofort in eine Filterpresse, um sie von dem unlöslichen Rückstande zu trennen. diese Filtration muss rasch geschehen. Die Kuchen des Rückstandes müssen die Zwischenräume der Filterpresse ausfüllen, und beim Oeffnen der Presse von herausfallen. Der Rückstand sieht dunkelroth oder hell aus, je nachdem er mehr veniger Fe_2O_3 enthält. Derselbe enthielt, bei 100° getrocknet, 4,3 bis 7,4 Proc.

Die klare Aluminatlauge mit etwa 174 g Al_2O_3 und 188 g Na_2O im Liter floss Bedarf in den Carbonator, einen etwa 3 m hohen Cylinder von etwa 1 m Durch-, in welchem sie durch directen Dampf auf eine Temperatur von 50 bis 90° erhitzt . Sowie die Temperatur 50° erreicht hatte, wurde Kohlensäuregas hineingepumpt, e Thonerde auszufällen. Das Thonerdehydrat fällt nur dann in der richtigen, en Form aus, wenn die Lauge, heiss gemessen, mindestens 35° B. zeigt. Dann n auch die meisten fremden Bestandtheile, wie SiO_2 und Fe_2O_3, grösstentheils in Mutterlauge gelöst, so dass man eine möglichst reine Thonerde erhält. Für je k Sulfat verbrauchte man durchschnittlich 155,75 k CO_2. Da 1000 k Sulfat k Al_2O_3 enthalten, diese Menge in der Lauge aber bei dem Mol.-Verhältniss mit 155 k Na_2O verbunden war, welche 110 k CO_2 erforderten, so verbrauchte 1,6 Proc. CO_2 mehr als theoretisch erforderlich war, um alles Na_2O in Na_2CO_3 führen.

Die heiss gefällte Thonerde muss körnig und rein weiss sein; sie wurde in Filter-n von der Sodalauge getrennt, und nur ganz wenig gewaschen. Die abfliessende auge hatte mit dem Waschwasser vermischt 28 bis 29° B. Sie wurde in einer n Pfanne über oder neben dem Bauxit-Ofen durch die aus demselben abziehenden gase eingedampft, um Sodakrystalle zu gewinnen. Man gewann auf diese Weise h 25 bis 26 hk Sodakrystalle als Nebenproduct.

Das Thonerdehydrat enthielt im frischen Zustande:

Al_2O_3	40	Proc.
Na_2CO_3	2	„
H_2O	58	„
Fe_2O_3	0,035	„

Die Auflösung des Thonerdehydrats in Schwefelsäure geschah in einem kupfernen el, etwa 1,5 bis 2 m Durchmesser; derselbe wurde von aussen durch einen Dampf-el erhitzt. Man wendet zur Auflösung möglichst eisenfreie Schwefelsäure, also e aus den hinteren Kammern, an, welche auf 66° B. concentrirt worden ist. rend dieselbe in dem kupfernen Kessel auf nahe 100° erwärmt wird, trägt man ufelweise das Thonerdehydrat ein, so lange sich noch davon lösen will. Man er-t den Sättigungspunkt sehr scharf an dem Aussehen der Oberfläche der Flüssigkeit,

welche nicht mehr aufschäumt, sowie die Sättigung eingetreten ist. Alsdann lä[illegible] die Lösung von schwefelsaurer Thonerde in ganz flache Kühlpfannen, welche [illegible] ausgeschlagen sind, abfliessen. Die Masse fing sehr bald an zu erstarren. M[illegible] hinderte das Entstehen zu grosser Klumpen durch fortwährendes Umrühren und mit Holzspaten und erhielt das Sulfat in unregelmässigen Brocken von halbe[illegible] grösse und von schneeweisser Farbe. Dasselbe wurde sogleich in Fässer ve[illegible] Man rechnet, dass die fertige schwefelsaure Thonerde 1/7 ihres Gewichtes Al_2O_3 (Alaun nur 1/9), und dass man zur Herstellung von 100 k schwefelsaurer T[illegible] 40 k 66grädige Schwefelsäure verbraucht. Die nach diesem Verfahren fa[illegible] schwefelsaure Thonerde enthält immer zwischen 14,3 und 14,5 Proc. Al_2O_3. – [illegible] normale Aluminiumsulfat, Al_2O_3, $3SO_3$, erstarrt mit etwa $20H_2O$ zu ein[illegible] weissen, schwach durchscheinenden Masse, welche sich mit dem Messer schneide[illegible]

Die so fabricirte schwefelsaure Thonerde hatte folgende Zusammensetzung:

Al_2O_3	14,50 Proc.	} = 48,2 Proc. Al_2O_3, $3SO_3$
SO_3	33,70 „	
Na_2SO_4	0,60 „	
Fe_2O_3	0,02 „	
Unlösliches	0,50 „	
H_2O	50,68 „	

Während einer Woche verbrauchte man 12 280 k Bauxit und 9766 k Soda. Hieraus [illegible] man mit Aufwand von 13 192 k Schwefelsäure von 66° B. und 15 290 k Kohlen 29 551 [illegible] weisse und 575 k zweite Sorte, im Ganzen 30 126 k schwefelsaure Thonerde, und 1[illegible] Krystallsoda als Nebenproduct. Zur Erzeugung von 100 k schwefelsaurer Thonerde verb[illegible] man in drei verschiedenen Monaten:

Bauxit	30,8 k	29,2 k	31 k
66grädige Schwefelsäure	40,7 „	39,1 „	41 „
Steinkohle	81,7 „	72,9 „	81 „
Soda (90 Proc. Na_2CO_3)	3,33 „	4,32 „	3,5 „
Dampf	—	—	0,72 Mk.
Reparaturen	—	—	0,20 „
Arbeitslöhne	1,60 Mk.	1,21 Mk.	1,50 „
100 Bauxit ergaben schwefelsaure Thonerde	324 k	342 k	322 k

Man nahm an, dass man zu 100 k schwefelsaurer Thonerde in Ganzen 90 k Kohl[illegible] brauchte (als Brennkohle und zu Dampfkraft). In dieser Aufstellung ist unter Sodaver[illegible] nur der Verlust gemeint, oder die Differenz zwischen der Menge der aufgewendeten Sod[illegible] der in Form von Sodakrystallen wiedergewonnenen Soda. Gewöhnlich rechnete man auf [illegible] trockenes Al_2O_3 einen Verlust von 21,9 k Na_2CO_3 oder auf 100 k fertige schwefelsaure Tho[illegible] einen solchen von 3 k Na_2CO_3. — Aus dem Bauxit brachte man während dieser drei Mon[illegible] Al_2O_3: 46,6, 49,2 und 46,4 Proc. seines Gewichts aus. Man verarbeitete vorzugsweise r[illegible] Bauxit, aus welchem man 50 Proc. seines Gewichts Al_2O_3 gewann, doch suchte man auc[illegible] billigeren gelben Bauxit zu verwenden.

Zur Herstellung von eisenfreiem Aluminiumsulfat werden [illegible] Augé in einen mit Blei ausgekleideten Behälter von etwa 8 cbm 1600 k Kam[illegible] schwefelsäure von ungefähr 50° B. gegossen und etwa 1 hl Wasser zugesetzt. [illegible] Säure wird mit Hilfe eines freien Dampfstromes auf 90° erhitzt, dann schüttet [illegible] 7 hk fein gemahlenen Bauxit hinzu und rührt einige Minuten um. Nach einiger [illegible] steigt das Gemenge bis zum Rande des Behälters; endlich nimmt es allmählich [illegible] ursprüngliches Volumen wieder an und von da ab muss es 5 Stunden lang im Beh[illegible] bleiben. Hierauf wird die Masse mit Wasser versetzt und das gelöste Sulfat in e[illegible] Absatzbehälter gebracht. Wenn nicht alles in dem Bauxit enthaltene Eisen in F[illegible] von Oxyd vorhanden war, so muss man während der Behandlung ein oxydire[illegible] Mittel, wie z. B. Salpetersäure, zusetzen, damit alles als Oxydul vorhandene Eise[illegible] Oxyd umgewandelt werde. Es werden dann 85 k Bauxit zugeschüttet und ein Kali[illegible]

ben. Die Menge des Zuschlages richtet sich nach der zu fällenden Eisenmenge, bei einem Gehalt des Bauxits von 4 bis 5 Proc. Eisenoxyd 50 bis 60 k Alaun ien werden. Die Lösung wird heftig umgerührt und das Ganze alsdann der Ruhe sen. Das Eisen scheidet sich langsam aus; nach 25 Tagen lässt sich keine Spur iehr nachweisen (J. 1891).

atriumaluminat (Thonerde-Natron), aus Kryolith (S. 629) oder Bauxit her- bietet eine geeignete Form, in welcher die Thonerde in der Färberei und dem ıck auf der Faser niedergeschlagen werden kann. Bauxit wird im gepulverten e mit Natronlauge gekocht, wodurch sich eine Lösung von Natriumaluminat oder es wird eine Mischung des Minerals mit Soda in einem Flammofen erhitzt. aur werden Bauxit und Kohle mit so viel Natriumsulfat geschmolzen, dass alles ls Schwefeleisen gebunden werden kann, der Schmelze wird soviel Natrium- t oder Hydrat zugefügt, dass wenigstens ein Theil des normalen Aluminats sich folgenden Auslaugung in das Aluminat $Na_6Al_4O_9$ umsetzt. Die Auslaugung ter Druck bei 140 bis 150° bewirkt, so dass sofort eine concentrirte Lösung er- wird (J. 1890). Die durch Auslaugen der Schmelze gewonnene Flüssigkeit ıch dem Klären zur Trockne abgedampft. Das Product ist ein weisses Pulver em Stich ins Grünlichgelbe.

luminiumacetat, essigsaure Thonerde, $Al_2(C_2H_3O_2)_6$, wird durch Zersetzung ıminiumsulfat mit Bleiacetat, Baryum- oder Calciumacetat erhalten; die von dem ı Sulfat abfiltrirte Flüssigkeit kann bei gelinder Wärme zu Trockne verdunstet Man verwendet das Aluminiumacetat als Beize in der Baumwollfärberei und ıckerei, sowie zum Wasserdichtmachen von Wollgeweben; als reine Lösung ist eschätztes Heilmittel.

honerdehydrat, Aluminiumhydrat, $Al_2(OH)_6$, erhält man, indem man zu ıaluminat Kalkbrei zusetzt, wobei unlösliches Calciumaluminat sich abscheidet:

$$Al_2(ONa)_6 + 3Ca(OH)_2 = 6Na(OH) + Ca_3Al_2O_6.$$

ıch dem Auswaschen wird der Niederschlag in Salzsäure gelöst und die Lösung er neuen Menge von Calciumaluminat zersetzt, wobei Thonerdehydrat sich ab- , welches ausgewaschen und getrocknet wird:

$$Ca_3Al_2O_6 + 12HCl = 3CaCl_2 + Al_2Cl_6 + 6H_2O$$
$$Al_2Cl_6 + Ca_3Al_2O_6 + 6H_2O = 3CaCl_2 + 2Al_2(OH)_6.$$

an erhält das Thonerdehydrat auch durch Fällen einer Lösung von Natrium- t mit Kohlensäure, mit Natriumbicarbonat, mit Salmiak oder mit Thonerde- (J. 1888, 512). Kieselsäurefreie Thonerde erhält Kunheim (J. 1893) durch von Phosphorsäure.

n den übrigen Thonerdesalzen finden technische Anwendung das Aluminiumthio- (nach E. Kopp zum Beizen von Baumwollzeugen), ferner das Aluminiumhypo- ; unter dem Namen Wilson's Bleichflüssigkeit zum Bleichen, das Aluminium- zur Läuterung des Rübensaftes in der Zuckerfabrikation. — Das Chloraluminium or Jahren unter dem Namen Chloralum in concentrirter Lösung als fäulnisswidriges den Handel gebracht; gegenwärtig findet es zum Carbonisiren (Entkletten) der Wolle ıng.

Ultramarin.

tramarin wurde früher aus dem Lasurstein (*Lapis Lazuli*) ausgeschieden. ıstliche Ultramarin wurde von Gmelin i. J. 1822 beobachtet. Die ersten en Ultramarinfabriken wurden gegründet 1834 in Wermelskirchen (von Lever- nd 1837 in Nürnberg (von J. Zeltner und Heyne unter Mitwirkung von uf).

Nach den Bildungsweisen des zum Ultramarin nothwendigen Schwefelnatriu man heute 3 Arten der verschiedenen Ultramarinbereitungsmethoden unterschei

1. das Sulfatverfahren,
2. das Sodaverfahren,
3. ein combinirtes Sulfat- und Sodaverfahren.

Als Reductionsmittel dienen Holzkohlenpulver, Braunkohlenpech oder die Terpentinölbereitung zurückbleibenden Harze. Erstere beide werden hauptsäch Sulfat-, letztere zur Sodaultramarinfabrikation verwandt.

Die Vorbereitung der Rohstoffe beruht in erster Linie auf der feinsten Verm namentlich der Thone, und auf der innigsten Mischung der einzelnen Stoffe in Erreichung der gewünschten Producte erforderlichen Mengen.

Die Materialmischungen können in ihren Zusammensetzungen bedeutend schw ohne dass eine nennenswerthe Beeinträchtigung in der Bildung des Ultramarins

Mit wachsendem Kieselsäuregehalt nimmt die Alaunbeständigkeit zu, mit w dem Schwefelgehalt wächst die Farbmasse im Ultramarin. Je grösser der säuregehalt, desto röther die Nüance. Letztere kann aber durch den Wassergeh angewandten Thone beeinflusst werden. So hat Jordan (1893) ein rein hel sehr stark alaunfestes Ultramarin hergestellt, zu dem eine Mischung verwandt mit einem Aequivalentverhältnisse von $1 Al_2O_3 : 4{,}08 SiO_2$. Die Farbmasse i wieder abhängig von dem Wassergehalt der angewandten Thone. Während ein g Gehalt an Wasser von sehr gutem Einfluss auf die Farbmasse zu sein scheint, stärker wasserhaltige Thone auch hellere Ultramarine mit weniger Farbmasse Nüance wird reiner blau, d. h. der rothe Thon der Nüance schwindet meh grünen Sulfatultramarinen bedingt ein hoher Kieselsäuregehalt (es werden stets säurearme Thone benutzt) auch ein bläuliches Grün, hoher Thonerde- und Wassergehalt gibt stets gelbliches Grün. Während ein geringer Sulfatgehalt v wenigen Procenten einen günstigen Einfluss auf die Bildung der Farbmasse im marin ausübt, indem er wahrscheinlich einem Sintern entgegenwirkt, verursa grösserer Gehalt wieder ein Herabgehen der Farbmasse und einen rein blauere bis dieser schliesslich in Grün übergeht. Je mehr von Soda oder Glaubersal wandt wird, desto mehr wird auch von der Ultramarinmasse angenommen. Es sich daher nicht schlechtweg glatte, für alle Fälle gültige Mischungsverhältnis stellen. Doch sollen bei gut alaunbeständigen und farbekräftigen Ultramarinen, überhaupt bei allen besseren Sodablaus auf 100 Th. Thon und zugesetzter Kies wenigstens 70 Th. einer 95proc. Soda, 80 Th. Schwefel uud 14 Th. Harz gen werden. Zu reinen Sulfatultramarinen rechnet man auf 100 Th. Thon 105 bis 1 Glaubersalz und 25 bis 30 Th. Kohle oder Pech. Bei dem combinirten Sulfat- und verfahren nimmt man einestheils den eben erwähnten Sulfatsatz und dazu einen Sodas

100 Th. Thon,
100 „ Soda,
60 „ Schwefel,
10 bis 12 „ Kohle oder Pech.

Von letzterem Satze wird um so mehr genommen, je dunkler die Farb fallen soll.

Man unterscheidet 1. Das Brennen in kleineren Gefässen, Tiegeln oder zu einer grösseren Zahl in einem Feuergewölbe vereinigt, den sog. Tiegelöfen. Feuer umspielt die Gefässe auf allen Seiten. 2. Das Brennen in Masse- oder Mu öfen. Die Mischung wird in einer etwa 40 cm hohen Lage auf die Sohle des gebracht und mit Scharmotteplatten abgedeckt. Die Feuerung ist vor oder un Sohle der Oefen gelegt und werden die Heizgase über die abgedeckte Mischung g

en werden von allen Seiten vom Feuer umspielte geschlossene Retorten aus otte, ähnlich der Gasretorten angewendet.

r Glühprocess in Tiegeln eignet sich sowohl für Glaubersalz- als auch für die nd gemischten Ultramarine. Das Brennen der Glaubersalzmischungen nt wohl ausschliesslich in Tiegeln. Diese sind wieder in den verschiedensten gebräuchlich von 20 cm Höhe, 10 cm Umfang bis 50 cm Höhe und 30 cm und bestehen aus Grossalmeröder Scharmotte oder aus einer Mischung von nd Scharmotte. Es finden sich auch in den Zusammensetzungen der Tiegel- die grössten Verschiedenheiten und somit wechselt auch die Porosität derselben. 'iegel wird mit einem Deckel versehen und mit Lehm gut verstrichen. Die e der Tiegelbrände liegen darin, dass der Heizflächenraum ein grösserer ist wie anderen Systemen, dass in Folge dessen die gewünschten Temperaturen der t schneller zu erreichen sind, und dass leichter eine ganz gleichmässige Glut in egeln erzielt werden kann. Ein weiterer Vortheil ist der, dass man es durch rschiedenen Grad der Porosität der Tiegel leichter in der Hand hat, die Sauer- ihr in die Farbmasse bei der Abkühlung zu regeln. Die Dauer eines Tiegel- ndes beträgt wohl selten mehr als 30 Stunden und richtet sich natürlich nach sse der Tiegel. — Zum Brennen in Masse- oder Muffelöfen eignen sich be- die Ultramarinmischungen mit nicht zu hohem Kieselsäuregehalt, da das Product n leicht eine feste, beinahe gesinterte Masse liefert, doch ist es bei einiger Vor- ch möglich, stark kieselsäurehaltige Mischungen darin zu brennen. Die Brenn- ei diesen Oefen ist natürlich eine viel längere und nimmt bei den üblichen Grössen Tage in Anspruch. Noch längere Zeit sollen die mit Koks gefeuerten Retorten- chürt werden.

ch der Beendigung des Brandes werden die Oefen durch Vermauern der Schür- n und Schliessen der Schornsteinschieber dicht geschlossen, um sie einer lang- Abkühlung zu überlassen. Die Dauer der Abkühlung ist von der Grösse der bhängig. Bei der Herstellung der Sulfatgrüne wie einiger Sulfatblaus wird n in der Regel nur durch den Schornsteinschieber abgeschlossen, ein Zumauern icht statt, da hier eine verhältnissmässig schnelle Abkühlung gefordert wird.

i Sulfat-Ultramarin mischt man z. B.:

	I	II
Porzellanthon (wasserfrei) . . .	100	100
Calcinirtes Natriumsulfat . . .	83 bis 100	41
Calcinirte Soda	—	41
Kohle	17	17
Schwefel	—	13

calcinirte Soda werden durch 80 Th. calcinirtes Sulfat, 100 Th. des letzteren durch rockenes Schwefelnatrium ersetzt.

r Satz wird, wie erwähnt, in Scharmottetiegeln geglüht[1]). Die Dauer eines Brandes bis 10 Stunden; dann lässt man den Ofen verschlossen erkalten. Die graue bis grün-

Glüht man diesen Satz bei Luftabschluss, so erhält man eine weisse Masse, welche nach andeln mit Wasser eine weisse lockere Substanz darstellt, welche Ritter weisses arin nannte. Sie wird an der Luft grün und beim Erhitzen an der Luft blau. Für s und blaues Ultramarin, aus Thon mit Sulfat und Kohle hergestellt, fand Hofmann:

	weiss	blau
Thonerderückstand	0,71	1,21
Kieselerde	35,00	37,49
Thonerde	30,10	31,75
Natron und Kali	28,00	23,77
Gesammtmenge an Schwefel . .	6,25	6,69
Schwefel und Schwefelsäure . .	—	0,59

im Uebergang des weissen Ultramarins in blaues tritt also Natrium aus.

liche Masse wird mit Wasser ausgelaugt, feinst gemahlen, gewaschen und getrocknet. erhaltene grüne Ultramarin hat als grüne Farbe nur einen untergeordneten Werth, Schönheit den meisten Kupferfarben nachsteht.

Die Ueberführung des grünen Ultramarin in blaues geschieht durch mit Schwefel bei niedriger Temperatur und unter Luftzutritt, so dass der Schwefel zu Sc säure verbrennen kann, wobei zugleich ein Theil des Natriums Natriumsulfat bildet.

Die fein geriebene Farbe wird geschlämmt, dann auf Horden in geheizten Räu trocknet.

Das Soda-Ultramarin, wie es z. B. in Hannover dargestellt wird, weder reines Soda-Ultramarin oder ein Gemenge davon mit Sulfat-Ultramarin. I besteht beispielsweise aus:

	I	II	III
Kaolin	100	100	100
Sulfat	—	41	—
Soda	100	41	90
Kohle	12	17	6
Schwefel	60	13	100
Colophonium	—	—	6

Das Erhitzen des Gemenges geschieht in Häfen oder in Muffelöfen. Es sich ein grün gefärbtes Product, welches so porös ist, dass es den Sauerstoff mit Leichtigkeit aufzunehmen vermag und beim Erkalten des Ofens ohne Weiteres in marinblau übergeführt wird. (Vgl. J. 1891, 461.)

Gasanalysen des Verf. (J. 1876, 555) bestätigen, dass der Process in Tiegelöfen verläuft als in Muffelöfen. Schon 2 bis 3 Stunden nach dem Anfeuern des Ofens begin lebhafte Entwickelung von Schwefligsäure; nach etwa 10 Stunden fällt der Gehalt der Schwefeldioxyd von 2 bis 3 auf 0,5 Proc. Die Gase der Muffelöfen enthalten in der Rege 0,5 Proc. Die Ausnutzung des Brennstoffes in den Tiegelöfen ist, wie der Kohlensäur der Verbrennungsgase zeigt, sehr gut und ungleich besser als in Muffelöfen, welche v überschüssiger atmosphärischer Luft durchstrichen werden. Dadurch erklärt sich au unverhältnissmässig grössere Brennstoffverbrauch derselben. Nach Reinecke erforder blauer Rohbrand im Tiegelofen 50 k, im Muffelofen dagegen 146 k einer guten westfä Steinkohle. Kohlenoxyd ist in den Gasen für gewöhnlich nicht vorhanden; nur unm nach dem Schüren wurden einige Male geringe Mengen desselben aufgefunden. Von reducirenden Flamme in den Ultramarinöfen ist demnach nicht die Rede. Im Gegenthe der Sauerstoffverlust in den Verbrennungsgasen, der in Tiegelöfen selbst auf 3 Proc. steig abgesehen von dem zur Bildung von Schwefeltrioxyd erforderlichen Sauerstoff, die Ultra masse während des Brennprocesses Sauerstoff absorbirt.

Kieselreiches Ultramarin ist Soda-Ultramarin, bei dessen Bereitur vertheilte Kieselerde zugesetzt wurde und zwar 5 bis 10 Proc. vom Gewicht des K Das durch das Kieselerdeverfahren dargestellte Ultramarin ist sofort blau. Es steht einer Alaunlösung und zwar um so besser, je mehr Kieselsäure es enthält, u durch eine eigenthümlich röthliche Färbung ausgezeichnet. Kieselreiches U marin wird in Tiegeln oder in Masse in Steinkasten gebrannt. Letztere M gibt farbreichere und gegen Alaun besonders widerstandsfähige Waare. Ma Oefen, welche die Mischung für 2,5 bis 5 t Ultramarin in einem Kasten fassen u einem Brande bis zu 3 Wochen lang geschürt werden. Solche Kasten sind 5 bi lang, 3 bis 4 m breit und die Mischung darin 30 bis 40 cm hoch aufgeschüttet u feuerfesten Ziegeln zugedeckt. Sie werden ganz vom Feuer umspielt.

In Masse gebranntes Blau hat freien Schwefel, der sich besonders beim Schlämm Farbe im Satze anhäuft; solche Ultramarine sind für Anwendungen nicht zu gebrauche welchen freier Schwefel schadet, also z. B. in Kattundruckereien und Appreturen, in w die heissen Walzen durch Schwefel verschmiert werden. Den Schwefel durch Erhitze Ultramarins zu entfernen, geht nicht, auch leidet durch Erhitzen die Lebhaftigkeit des Auch die Entfernung des freien Schwefels durch Kochen des Blaus mit Auflösungen ät Alkalien oder Soda geht nicht, da hierdurch die kieselreichen Ultramarine angegriffen w

freien Schwefel aus Roh-Ultramarin zu entfernen, kocht man dasselbe mit einer Auf-
von Schwefelnatrium (Na_2S) in Wasser durch Dampf. Die düsterste Satzwaare wird
oft sehr schön rein blau. (Vgl. J. 1876, 555.)

ieselreiche alaunfeste Waare hat in der Regel ein dunkles röthliches Blau. Um
ue Töne auch von kieselreichen Mischungen zu erhalten, brennt man dieselben in
Tiegeln, wobei die Farbe grün wird. Dieses Grün wird gepulvert und bei
inktem Luftzutritt mit Zuführung von wenig Wasserdampf auf 160 bis 180° er-
vodurch es nach Belieben reinblau bis grünlichblau wird. Es wurde so eine
ieselreiche Mischung zu gutem Blau gebrannt, die auf 69,32 Kieselerde nur
Thonerde hatte, oder auf 1 Aeq. Al_2O_3 3,84 Aeq. SiO_2, während sonst die
eichsten Ultramarine höchstens 66,7 Kieselerde auf 33,3 Thonerde hatten
90, 553).

ieselreiches Blau aus der Hirschberger Fabrik (I bis IV) und ebensolches aus der
berger Fabrik (V und VI), untersucht, gaben nach Guckelberger folgende Zahlen:

	I	II	III	IV	V	VI
Silicium	19,2	19,0	19,0	19,3	19,3	19,0
Aluminium . . .	12,6	12,7	13,0	12,5	12,8	13,0
Natrium	16,5	16,8	16,5	16,8	16,1	15,9
Schwefel . . .	14,2	14,0	13,8	13,9	14,0	14,0
Sauerstoff . . .	37,5	37,5	37,7	37,5	37,8	38,1

ltramarinviolett wird erhalten durch Behandeln von Ultramarin mit Chlor
asserdampf, oder mit Salzsäure und Luft oder mit Salmiak. Durch weitere Ein-
g von Salzsäure entsteht Ultramarinroth (J. 1890, 556).

eitere Analysen:

	Grünes Ultramarin gefunden Philipp	Blaues kieselarmes Ultramarin gefunden Philipp	Blaues kieselreiches Ultramarin gefunden Philipp	Blaues kieselreiches Ultramarin gefunden Salzwerke
.	17,02	15,66	14,66	14,9
.	15,81	15,39	12,55	13,1
.	17,51	16,87	17,29	18,4
.	7,91	5,69	11,38	15,1

iolettes Ultramarin Wunder			Ultramarinroth Wunder			Lichtblau Wunder		
	berechnet	gefunden	für	berechnet	gefunden	für	berechnet	gefunden
.	12,4	11,7	Na_3 . .	7,9	8,1	Na_5 . .	12,4	11,9
.	11,7	13,1	Al_4 . .	12,3	13,3	Al_4 . .	11,7	13,1
.	18,2	19,4	Si_6 . .	19,1	19,3	Si_6 . .	18,2	19,7
.	13,9	13,3	S_4 . .	14,6	15,2	S_4 . .	13,9	12,7
.	43,4	42,1	O_{25} . .	45,6	43,4	O_{25} . .	43,3	42,0
.	0,32	0,38	H_5 . .	0,57	0,72	H_5 . .	0,54	0,62

ie Gase aus Tiegelöfen enthalten, wie erwähnt, bis 3,3 Proc. Schwefligsäure und Schwefel-
welche (besonders bei feuchter Luft) die Umgebung schädigen. Für die Ausnutzung
en wäre vielleicht das Verfahren von Hänisch und Schröder (J. 1884, 271; 1886,
388, 398) vortheilhaft. — Für die Unschädlichmachung hat sich das Verfahren auf
ler's Werk mit Kalkstein und Wasser (J. 1880, 247; 1881, 177) bewährt. Die sauren
verden mittels eines Gebläses durch die in den Kammern aufgeschichteten 150 Tonnen
ein gesaugt, welche von Wasser überrieselt werden. Das Waschwasser wird in den
luss abgeleitet. (J. 1889.) Empfehlenswerth ist das Verfahren von Egestorff's Salzwerke
lkmilch (J. 1893, 371).

Zur Gewinnung von Schwefligsäure bei der Herstellung von Ultrama Curtius (J. 1891) mit feuerfestem Cement bekleidete eiserne Retorten verwenden.

Constitution des Ultramarins. Marggraf widerlegte bereits im Jahre damals verbreitete Ansicht, dass der Lasurstein Kupfer enthalte und dass dieses die Urs Färbung sei; da die Analyse ihm Eisenoxyd ergab, so erklärte er das Eisen in dem Ul für das färbende Princip. Guyton de Morveau schrieb die Farbe dem Schwefele Knapp dem sog. schwarzen Schwefel (J. 1888, 514).

Da nach Guckelberger (J. 1882) im Farbstoff für Si_2 ziemlich genau Na_2 enthal so muss die Beschickung für Si_2 etwa Na_4 enthalten. Der Einwirkung von SO_2 bei ge Temperatur ausgesetzt, kann ohne Sauerstoffaustritt aus $Na_2 + 2\,SO_2 = S + Na_2SO_4$ er d. h. der nascente Schwefel füllt die Lücke aus, welche durch den Austritt von Na_2 ents man kann daher vielleicht aus $Si_2Al_2Na_4O_9$ eine Verbindung $Si_2Al_2Na_2SO_9$ erhalten, d. l marinblau. Darnach ist kein Na_2S in der Verbindung und, wenn sich unter dem zers Einfluss von wässerigen Säuren Schwefelwasserstoff oder neben diesem Schwefligsäure en und sich zugleich Schwefel abscheidet, so geschieht dies, weil mit dem nascenten Schw die Bestandtheile des Wassers umsetzen. — Die Zusammensetzung des Ultramarin entspricht der Formel $Si_6Al_6Na_8S_2O_{24}$. Unter dem Einfluss der Temperatur werden die Na_2SO_4 der Beschickung durch die Kohle zu $5\,Na_2SO_3$. Bei steigender Temperatur z 4 Mol. Na_2SO_3 in $3\,Na_2SO_4 + Na_2S$. Das 5. Molecül mag vorerst als unverändert gedacht Das regenerirte Sulfat (3 Mol.) wird durch Kohle wieder zu $3\,Na_2SO_3$ reducirt, die mit de vorhandenen Molecül Na_2SO_3 die bekannte Umwandlung durch die Hitze erfahren, so einem gewissen Stadium $3\,Na_2SO_4$ und $2\,Na_2S$ vorhanden sind. Bei Zunahme der Tem wird endlich die SiO_2 in Reaction treten, unter Mithilfe der Kohle entzieht sie dem sc sauren Natrium Na_2O; es entsteht $Si_6Al_6Na_6O_{24}$, ein ungesättigter mit 2 freien Affinitä gabter Kern. Die entweichende SO_2 wirkt auf die vorhandenen $2\,Na_2S$; es entsteht Sul

$$\begin{array}{c} \qquad\qquad\quad OO \qquad\quad\; OO \\ \qquad\qquad\quad \vee \qquad\quad\;\; \vee \end{array}$$

2 NaS, welche die freien Affinitäten des Kern befriedigen. So entsteht NaS—Si—O ... Si—O d. i. Ultramaringrün.

In den blauen Schichten geht anfänglich dasselbe vor sich, aber die aus den grün weichende SO_2 wirkt Natrium entziehend; es entsteht hier eine neue Menge Na_2SO_4, so Rohgrün $^3/_5$, im Rohblau $^4/_5$ Schwefel gefunden werden müssen, wie die Versuche auch haben; $^1/_5$ des Schwefels entweicht zum Theil als SO_2, zum Theil als Schwefel. Die von S untersuchte Verbindung ist nach Guckelberger als $Si_6Al_6Na_4(OH)_2O_{23}$ zu betrachten. man sich nun in dieser Verbindung HO durch das gleichwerthige NaS ersetzt, so ist d fachste Ausdruck für Ultramarinblau gefunden $= Si_6Al_6Na_4(NaS)_2O_{23}$. Das kiese Blau $Si_6Al_6Na_4(NaS)_2O_{20} + S_2$ enthält den Schwefel entweder als NaS—S, oder es —S—S— statt Al_2O_3. Guckelberger stellt schliesslich folgende Formeln auf:

$$\text{Kieselarmes Ultramarin}\left\{\begin{array}{l} \qquad Si_6Al_6Na_7O_{24} \\ S_3< \\ \qquad Si_6Al_6Na_6O_{23} \\ S_3< \\ \qquad Si_6Al_6Na_7O_{24} \end{array}\right. \qquad \text{Kieselreiches Ultramarin}\left\{\begin{array}{l} \qquad Si_6Al_4S_2Na_7O_{21} \\ S_3< \\ \qquad Si_6Al_4S_2Na_6O_{20} \\ S_3< \\ \qquad Si_6Al_4S_2Na_7O_{21} \end{array}\right.$$

Nach Bröger und Bäckström sind in den künstlichen Ultramarinproducten f einander homöomorph ersetzende Verbindungen anzunehmen:

$$\begin{array}{ll} Na_3Al_3Si_3O_{12} & = N, \\ Na_2Al_2Si_4O_{12} & = A, \\ Na_4[Al\,.\,(S\,.\,Na)]Al_2\,.\,Si_3O_{12} & = U(S_1), \\ Na_4[Al\,.\,(S_2Na)]Al_2\,.\,Si_3O_{12} & = U(S_2), \\ Na_4[Al\,.\,(S_3Na)]Al_2\,.\,Si_3O_{12} & = U(S_3). \end{array}$$

Auch treten Verbindungen, in welchen die Radicale $[Al\,.\,(SO_4\,.\,Na)]$, $[Al\,.\,(SO_3\,.\,Na$ $[Al(S_2O_3\,.\,Na)]$ mit dem gemeinsamen Sodalithkerne verbunden sind, in geringerer Menge Die Verbindung $U(S_1)$ scheint hauptsächlich im weissen, die Verbindungen $U(S_2)$ und grünen, $U(S_3)$ und N oder A in den verschiedenen blauen Ultramarinen die herrschen sein. Somit dürfte es als sehr wahrscheinlich angesehen werden können, dass im Lasurit und im blauen künstlichen Ultramarin die färbende Verbindung in beiden dieselbe ist, nämlich eine der Sodalithgruppe angehörige reguläre Verbindung $Na_4[A$ $Na)]Al_2[SiO_4]_3$; dass im künstlichen Ultramarin in isomorpher Mischung mit derselben e dem natürlichen Lasurit, wie in der Natur überhaupt, unbekannte Verbindung $Na_3Al_3[SiO$ die Zusammensetzung eingeht, ist durch die eigenthümlichen Bildungsbedingungen des erklärt (J. 1891, 455).

igenschaften und Anwendung des Ultramarins. Ultramarin wird von ıen Laugen nicht angegriffen, jedoch durch Säuren, selbst durch sauer reagirende Salze, 3. durch concentrirte Alaunlösung, unter Entwickelung von Schwefelwasserstoffgas ent-Die Bezeichnung: säurefestes Ultramarin bezieht sich nur auf die Widerstandsfähigkeit laun, welche durch Zugeben von Kieselerde erzielt wird.

hat als blaue Farbe die Smalte und ähnliche Kobaltfarben fast gänzlich, Lackmus und blau zum Theil verdrängt. Es dient besonders zum Malen und Tünchen auf Kalkgrund, n der Wasserglasmalerei oder Stereochromie, zum Tapetendruck, in der Buntpapier-ion, zum Zeugdruck, in der Buchdruckerei und in der Lithographie u. s. w. Ein grosser s Ultramarins wird angewendet, um an sich gelblich- oder röthlichweisse Stoffe dem in weiss erscheinen zu lassen; die blaue Farbe des Ultramarins wirkt auf den schmutzig-Ton zu Weiss ergänzend. So blaut man Leinwand, Papiermasse, Wäsche, Kalkmilch nstreichen, die Stärke, das Barytweiss, die Stearin- und Paraffinmasse zur Kerzen-ion und endlich auch den Zucker. Das grüne Ultramarin findet namentlich als ordinäre -, seltener als Tapetenfarbe Anwendung.

eide, die man früher häufig zusetzte, findet sich nur selten als Verfälschungsmittel des rins, da man in dem Thon und dem Annalin (gemahlenem Rohgyps zuerst von der ühle bei Osterode a. H. dargestellt) ein geeigneteres Mittel zum Strecken des Ultra-ıat. Schwerspathpulver und Permanentweiss findet sich mitunter dem Ultramarin bei-. Ein Zusatz von Glycerin oder Syrup hält das Gemisch feucht und lässt es dunkler ıen.

Zinn-, Arsen- und Antimonverbindungen.

usivgold (Zinnsulfid: SnS_2) wird dargestellt, indem man ein Amalgam aus Zinn und 2 Th. Quecksilber mit $2^1/_3$ Th. Schwefel und 2 Th. Salmiak innig ge-in einen Kolben gibt, welchen man in einem Sandbade ungefähr 2 Stunden lang nd nach stärker erhitzt. Zuerst entweicht Salmiak, darauf sublimirt Queck-ls Zinnober mit kleinen Mengen von Zinnchlorid verunreinigt, und zurück bleibt old.

ach Lagutt (J. 1897) bildet sich Musivgold nach

$$Sn + 4NH_4Cl + S = SnS_2 + 4NH_4Cl.$$

r empfiehlt für

I. Hellgelb	II. Röthlich
50 g Zinnsalz	50 g Zinnamalgam (1:1)
25 g Schwefelblumen	25 g Zinnsalz
	35 g Schwefelblumen
	35 g Ammonchlorid.

as fein gepulverte Gemisch wird in eine 300 bis 400 cc fassende Retorte gefüllt se mit einem Streifen Asbestpapier an dem zu erwärmenden Ende dreifach umgeben, oder eine Kappe aus Asbestpapier auf die Retorte leicht aufgesetzt, so dass sie überall gut Man kann von Zeit zu Zeit den Asbest abnehmen, um die Farbe des Productes im zu beobachten; ist diese nur dunkelbraun, so kann die Retorte weiter in derselben Weise werden; ist die Farbe schwarz, so deutet das auf die Wirkung von Zinnsulfür in Folge zu Hitze; man wird daher die Flamme kleiner machen müssen.

as Musivgold bildet zarte goldgelbe oder bräunlichgelbe metallglänzende Schuppen. Es esonders beim Bronziren der Lampenfüsse Anwendung, da das gewöhnliche Bronzepulver en häufig sauer reagirenden Lack verdorben würde.

innsalz (Chlorzinn: $SnCl_2 . 2H_2O$) wird durch Auflösen von Zinnspänen in ure und Abdampfen der Lösung dargestellt. Nach Nöllner soll man die Salz-ämpfe auf gekörntes Zinn, welches in Vorlagen von Steingut eingefüllt ist, ein-. lassen, und die aus den Vorlagen abfliesende concentrirte Zinnsalzlösung in ıen Pfannen unter Zusatz von gekörntem Zinn eindampfen (J. 1885, 342). Zinn-r siedet bei 606°.

innsalz bildet monoklinoëdrische Prismen, welche sich sehr leicht in Wasser lösen. Die ge Lösung scheidet bald ein basisches Salz ab; durch Zusatz von Weinsäure wird dieses

vermieden. — Man benutzt das Zinnsalz als Reductionsmittel von Indig, Eisenoxyd und oxyd und als Beizmittel in der Färberei.

Zinnchlorid ($SnCl_4 . 5H_2O$) erhält man durch Lösen von Zinnoxyd in Sa Die unreine Zinnchloridlauge wird mit etwa 10 Proc. vom Gewicht des vorh Zinnchlorids an Magnesiumchlorid, etwa 5 Proc. gebrannter Magnesia und 40 Proc. Sand oder Infusorienerde vermischt. Aus der getrockneten poröse wird das Zinnchlorid in einem Strom von überhitztem Wasserdampf oder ei differenten Gase abdestillirt (J. 1885).

Das sogenannte salpetersaure Zinn der Färber wird durch Auflösen von ge Zinn in Königswasser erhalten; diese Lösung führt in der Färberei den Namen Physik position, Rosirsalz. Eine Verbindung des Zinnchlorids mit Salmiak, $SnCl_4$ + wird unter dem Namen Pinksalz in der Kattundruckerei als Beize benutzt. Eine con wässerige Lösung dieses Salzes ändert sich beim Kochen nicht, die verdünnte aber läss dem Doppelsalze enthaltene Zinnoxyd durch Kochen fallen.

Natriumstannat (Zinnoxyd-Natron: Na_2SnO_3). Man schmilzt Zinns Aetznatron zusammen und lässt die geklärte Lösung krystallisiren. Oder man Bleiglätte mit Natronlauge von ungefähr 22 Proc. Natrongehalt und verdünnt standene Lösung, wenn man das zu erzeugende Natriumstannat in Lösung aufbe will, und zwar über dem Niederschlage. In die heisse Lösung des Natriumpl bringt man gekörntes Zinn, worauf Blei in Form von Bleischwamm sich ausschei Natriumstannat sich bildet. Man kann jedoch auch sofort die Natronlauge m glätte und gekörntem Zinn zusammenbringen und das Gemisch kochen, bis all gelöst ist.

Das Natriumstannat — Präparir- oder Grundirsalz wird ebenfalls in der Färb im Zeugdruck verwendet.

Schwefelantimon (*Antimonium crudum:* Sb_2S_3). Das ausgesaigerte Sc antimon findet sich im Handel meist in der kegelförmigen Gestalt der Gefässe, in es erstarrt (vgl. S. 313). Es dient besonders zur Herstellung von Antimon dungen.

Goldschwefel (Antimonpentasulfid: Sb_2S_5) wird durch Zersetzen von N sulfantimoniat mit Salzsäure erhalten. Gepulvertes Schwefelantimon wird mit S und Natronlauge gekocht; aus der Lösung krystallisirt das sog. Schlippe'sch $Na_3SbS_4 . 9H_2O$. Die Lösung wird mit Salzsäure versetzt:

$$2Na_3SbS_4 + 6HCl = 6NaCl + 3H_2S + Sb_2S_5.$$

Bei Darstellung von Goldschwefel lässt sich nach Bertsch & Harmsen (J. die Entwickelung von Schwefelwasserstoff vermeiden, wenn das Schlippe'sc mit einer Flüssigkeit zersetzt wird, welche so viel Antimonsäure enthält, wie d der Reaction auftretenden Schwefelwasserstoff entspricht; dieser verbindet sich Antimonsäure zu Goldschwefel:

$$\text{I. } 5Na_3SbS_4 + 3SbCl_5 = 4Sb_2S_5 + 15NaCl.$$

$$\text{II. } 10Na_3SbS_4 + 30HCl + 3Sb_2O_5 = 8Sb_2S_5 + 30NaCl + 15H_2O.$$

Der Goldschwefel wird namentlich zum Vulkanisiren von Kautschuk verwandt. diesem Zweck meist auch noch Schwefel erforderlich ist, so wird vortheilhaft Thi (überoxydirte Lauge von Sodarückständen o. dgl.) zugesetzt, wodurch gleichzeit unangenehme Schwefelwasserstoffentwickelung verhütet wird.

Neapelgelb, eine orangegelbe, sehr beständige Oel- und Schmelzfarb wesentlich antimonsaures Blei. Man glüht 1 Th. Brechweinstein mit 2 Th. Ble und 4 Th. Kochsalz, bei mässiger Rothglühhitze 2 Stunden lang, sodass es sch und bringt die Masse nach dem Erkalten in Wasser, wo sie zu einem feinen Pulv fällt. Neuerdings stellt man es durch Rösten eines Gemenges von Antimonox

tte dar. Für Schmelzfarben wird das Neapelgelb mit Bleiglas zusammen-olzen.

ntimonzinnober (Antimonoxysulfuret: $Sb_6S_6O_3$) wird erhalten, wenn n- oder Calciumthiosulfatlösung mit Antimonchlorür bis zum Sieden erhitzt wird; bildete Niederschlag bildet nach dem Trocknen ein carminrothes zartes Pulver; nd Licht verändern ihn nicht. Man füllt mit Dampf geheizte grosse Holz-e zu $^7/_8$ mit der Lösung des Calciumthiosulfats, setzt dann nach und nach Anti-orürlösung zu und erhitzt unter Umrühren bis auf 60°. Der orangerothe Nieder-wird nach dem Absetzenlassen ausgewaschen und bei etwa 50° getrocknet.

ntimonoxyd: Sb_2O_3, durch Rösten von Schwefelantimon oder durch Fällen von Chlor-lösung mit kohlensaurem Natrium dargestellt, ist als Bleiweissersatz vorgeschlagen

luorantimon, SbF_3, dient seit einigen Jahren statt des theueren Brechwein-s Beize in der Färberei. Es wird hergestellt durch Lösen von Antimonoxyd in asserstoffsäure. Um die Uebelstände zu vermeiden, welche die Versendung von nfluorid mit sich bringt, vermischt man das flüssige Antimonfluorid mit Alkali-en oder Alkalisulfaten und verdunstet zur Krystallisation. Wichtig ist besonders monfluoridschwefelsaure Ammonium, $SbF_3 . (NH_4)_2SO_4$, mit 46,94 Proc. Antimon-krystallisirt sehr leicht in Formen des hexagonalen Systems und gestattet, selbst Krystallisiren aus nicht ganz reinen Mutterlaugen eine vollkommen reine Verbin-bzuscheiden. In Wasser ist dies Salz aus der ganzen Gruppe am leichtesten indem bei 24° 1 Th. Wasser 1,4 Th. Salz, bei Siedetemperatur 1 Th. Wasser 5 Th. Salz auflöst (J. 1888).

ach v. Rad (J. 1890) werden entsprechend den Verhältnissen:

$$H_4)_2HPO_4 + 26HF + 4Sb_2O_3 = 8SbF_3 . 2NH_4F + 12H_2O + H_3PO_4$$

winnung des Doppelsalzes $8SbF_3 . 2NH_4F$ 132 Th. Ammoniumphosphat (zwei-es) in 1040 Th. Fluorwasserstoffsäure (50proc.) gelöst, dann 1168 Th. Antimon-ngetragen. Die Krystallisation beginnt zugleich mit dem Erkalten der Lösung. erselbe (J. 1896) empfiehlt die Doppelverbindung: SbF_3, $NH_4O . SO_3$, $NaOSO_3$. h Frölich wird ein inniges Gemenge von Antimonerz, Flussspath und Alkali-mmoniumnitrat fein gemahlen in warme, mit Wasser auf 50° B. verdünnte elsäure möglichst rasch unter Umrühren eingetragen; die Masse wird mit Wasser ocht:

$$-4CaF_2 + 2RNO_3 + 4H_2SO_4 = 2(SbF_3RF) + 4CaSO_4 + N_2O_2 + 3S + 4H_2O.$$

erselbe (J. 1896) empfiehlt die Oxalsäuredoppelverbindung:

$$12HF + 2C_2H_2O_4 + 3Sb_2O_3 + 2C_2O_4K_2 + 2KOH = \\ = 2[(C_2O_4)_2SbOK_3, 2SbF_3] + 9H_2O.$$

rsensäure wird im Grossen nach Schoop in folgender Weise hergestellt. Grundrisse (Fig. 522 S. 642) in $^1/_{200}$ n. Gr. dargestellte Anlage besteht aus den klern A, den Absorptionsgefässen B, einer Neutralisirpfanne C und einer Ein-fanne D. 6 Entwickler A sind mit 5 Vorlagen v auf geeignete Art verbunden. r letzten Vorlage führt das Rohr r zu den Condensationstöpfen B. Nachdem die iese Gefässe durchströmt haben, treten sie durch ein Rohr z in den Kamin. or dem Austritte ist eine Glasröhre g eingeschaltet, welche die Farbe der Gase en lässt. — Der Entwickler besteht aus einem etwa 3 hl fassenden Thon-A (Fig. 523 S. 642 in $^1/_{30}$ n. Gr.), welches drei mit Wasserverschluss versehene ngen besitzt. Die mittlere, grosse Oeffnung ist zur Aufnahme eines cylindrischen nsatzes R bestimmt. Der Einsatz ist in seiner unteren Hälfte siebartig durch-Durch eine kleinere Oeffnung o im Deckel wird das Arsenikpulver eingetragen.

Die Oeffnung *a* dient zum Eintragen der Salpetersäure, während die dritte k Oeffnung das Gasableitungsrohr *n* aufnimmt. Das ganze Thongefäss steht i Holzbütte *H* und kann mit Wasser umgeben werden, dessen Temperatur mitte Wasser- bez. Dampfleitungsrohres *w* und *d* beliebig geregelt werden kann Abzugsröhre *n* mündet in ein Thongefäss, welches im Wesentlichen dieselbe Fo wie die in Fig. 523 in $^1/_{30}$ n. Gr. abgebildeten Condensationsgefässe *B*, jed

Fig. 522.

Fig. 523.

Fig. 524.

Fig. 52

3 (anstatt 2) Oeffnungen versehen ist. Die 5 Vorlagen *v* sind unter sich mit de wicklern *A* derart verbunden, dass die Dämpfe eines Entwicklers 2 bis 3 Vo durchstreichen müssen, ehe dieselben in die eigentlichen Condensationstöpfe *B* gel Diese Anordnung ist namentlich zur Verhütung von Verlusten bei etwaigem steigen der Reactionsmasse eines Entwicklers so getroffen, indem der Schaum in den Vorlagen *v* Platz findet und die Condensationstöpfe *B* nicht zu erreich Stande ist. Die Condensationsgefässe *B* (Fig. 524 und 525) enthalten zwei Oeffnungen für die Aufnahme des Gaszu- und des Gasableitungsrohres, sowi kleine Oeffnung *i* zum Nachfüllen von Wasser bez. verdünnter Salpetersäure. des Bodens ist endlich eine kleinere, durch einen Thonhahn verschlossene Oeffn welche zum Ablassen der Säure dient. Die Zahl der Töpfe ist wenigsten 60 zu bemessen, um unvollständige Condensation zu vermeiden. In dem Maas der Inhalt der den Entwicklern *A* zunächst stehenden Töpfe die nöthige Concent erlangt (das spec. Gewicht soll 1,32 bis 1,35 sein), wird derselbe abgezoge

lie gleiche Menge Flüssigkeit aus dem nächsten, von den Entwicklern ent- Topf ersetzt. Während man in den dem Kamine zunächst stehenden Topf einfüllt, zieht man vom ersten Condensationsgefässe Salpetersäure von 1,34 ewicht ab.

je einen Entwickler werden 180 k Salpetersäure von 1,35 bis 1,40 spec. Gew. gefüllt 150 k Arsenikpulver eingetragen. Während ganz reine Salpetersäure erst bei höherer tur oxydirend wirkt, dann aber fast augenblicklich, beginnt die rohe Salpetersäure schon öhnlicher Temperatur zu wirken, was wahrscheinlich einer kleinen Beimengung von e zuzuschreiben ist. Die Hauptreaction beginnt aber erst bei etwa 65°. Während b dieser Temperatur die Reaction sehr träge verläuft, erreicht dieselbe die grösste it gegen 70°; über dieser Temperatur nimmt die Stärke der Reaction wieder ab. Es am Anfange nur wenig Arsenik eingetragen, dann durch Einleiten von Dampf in das ad erwärmt bis gegen 70° und nur sehr vorsichtig Arsenik in kleinen Posten eingetragen. hnittlich dauert die Reactionszeit 60 Stunden. Zuletzt wird stärker erhitzt und das Ende irkung durch Proben festgestellt. Eine kleine Probe der Masse wird in einem Porzellan- n mit etwas Arsenik auf der Spiritusflamme erhitzt und, wenn dann nur noch eine spuren- ntwickelung von Salpetrigsäuredämpfen stattfindet, der Process unterbrochen. Die ird etwas erkalten gelassen und dann mittels Heber aus den Entwicklern *A* abgezogen ie Neutralisirpfanne *C* gebracht. Enthält das Gemisch sämmtlicher 6 Entwickler noch eie Salpetersäure, so wird Arsen hinzugefügt; enthält derselbe aber überschüssige Arsenig- ann wird Salpetersäure zugesetzt. In beiden Fällen wird der Kesselinhalt so weit erhitzt, Gasentwickelung vollständig aufhört. Die Concentration der Arsensäure wird auf 75° und die syrupförmige Masse nach dem Erkalten in Fässer abgezogen. — Von grösster keit ist eine fortwährende, sorgfältige Ueberwachung der Entwickler, um ein Ueber- ler Masse zu verhüten. Ist die Gasentwickelung sehr heftig, so wird kaltes Wasser aus ung *w* in die Holzbütte *H* fliessen gelassen und erst nach Beruhigung des Inhaltes wieder . — Im Allgemeinen hält sich die Temperatur des Gemisches ziemlich fest, indem die ickelung desto mehr Wärme absorbirt, je stärker dieselbe vor sich geht. Natürlich darf nik in grösserer Menge vorhanden sein, indem dann leicht die bei der Reaction statt- Wärmeentwickelung ein Uebersteigen veranlasst. Durch den lose aufliegenden Deckel viel Luft zu, als zur Oxydation der Stickoxyde erforderlich ist. Zeigt das Glasrohr *g* Kamine gelbe Färbung, dann ist entweder zu wenig Luft in den Absorptionstöpfen *B*, Einwirkung in sämmtlichen Entwicklern *A* ist zu stürmisch. Bei sorgfältig überwachtem werden etwa 75 Proc. der Salpetersäure zurückgewonnen, wobei sicherlich noch bessere rung zu ermöglichen ist.

sser zur Erzeugung von Fuchsin wurde die Arsensäure, beziehentlich das Natronsalz n als Beize bei der Zeugdruckerei und auch in der Türkischrothfärberei et. Dasselbe ist jedoch in letzterer Industrie durch das phosphorsaure Natron ver- orden. (Vgl. S. 666.)

Gold-, Silber- und Quecksilberverbindungen.

oldpurpur (Cassius-Purpur), zuerst von Cassius in Leiden 1663 dar- hat die Eigenschaft, Glasflüssen eine schöne rothe Farbe zu ertheilen und wird n der Buntglasfabrikation, sowie in der Glas- und Porzellanmalerei angewendet. olley digerirt man 10,7 Th. Zinnchlorid-Chlorammonium mit Zinn, bis das- ufgelöst ist, verdünnt mit 18 Th. Wasser, die Goldlösung mit 36 Th. Wasser rmischt beide Flüssigkeiten. Müller (J. 1885) nimmt zur Herstellung von nes 10proc. Purpurs eine 9 g Zinnsäure (SnO_2) äquivalente Menge Zinnchlorid , löst dasselbe in etwa 200 cc Wasser, fügt eine Lösung von kohlensaurem Kali alkalischen Reaction, sodann 1 g Gold als Chlorid und Traubenzucker hinzu, nt auf 300 cc und erwärmt, bis der schönste Farbenton eingetreten ist.

e wasserlösliche Form des Goldpurpurs erhält man nach Schneider (J. 1893), n die Legirung von Gold, Zinn und Silber mit concentrirter Salpetersäure bei gelinder behandelt, das erhaltene schwarze Pulver mit Wasser auswäscht, in Ammoniak löst und ung bis zum Verschwinden des Ammoniakgeruches dialysirt. Die erhaltene prächtig he Lösung des Goldpurpurs ist sehr beständig. Der lösliche Goldpurpur ist ein Ge-

menge der Hydrosole des Goldes und der Zinnsäure. Nach Zsigmondy (J. 1898) is purpur ein Gemenge von collodialer Zinnsäure mit collodialem Golde.

Goldsalz, welches in der Photographie zur Tönung oder Färbung der Papierbilde ist Goldchlorid-Chlornatrium, $AuCl_3 . NaCl . 2 H_2O$.

Silbernitrat (Silbersalpeter, Höllenstein: $AgNO_3$). Silber wird in Sa säure gelöst, die Lösung zur Trockne verdampft und der Rückstand bis zum vollstä Zersetzen des salpetersauren Kupfers erhitzt. Die zurückbleibende Masse wi Wasser ausgezogen, filtrirt und zum Krystallisiren abgedampft; die erhaltenen Kr werden oft geschmolzen und in Form von Stängelchen gebracht.

Silbernitrat dient zur Erzeugung von Silberspiegeln, zur Verzierung von Porze grösster Menge aber zu photographischen Zwecken (jährlich annähernd 30 Mill. Ma

Quecksilberoxyd, HgO, wird durch vorsichtiges Erhitzen eines Ger von Quecksilberoxydnitrat mit metallischem Quecksilber dargestellt. Es wird zu stellung anderer Quecksilberpräparate und zum Anstrich für den eisernen Körp Oceandampfer als Mittel gegen Molluskenansatz verwendet.

Quecksilberchlorid (Sublimat: $HgCl_2$) wird durch Sublimation ein menges von schwefelsaurem Quecksilber mit Kochsalz:

$$HgSO_4 + 2NaCl = Na_2SO_4 + HgCl_2,$$

oder durch Auflösen von Quecksilberoxyd in Salzsäure dargestellt. Im sublimirt stande bildet es eine weisse krystallinische Masse, die bei 260° schmilzt, bei 290° sich in 13,5 Th. Wasser von 20° und in 1,85 Th. Wasser von 100°, ferner in 2 kaltem und in 1,18 Th. siedendem Alkohol auflöst.

Das Quecksilberchlorid dient zum Conserviren von Holz (Kyanisiren), zur Bereitu Anilinroth, im Zeugdruck als Reservage, zum Stahlätzen und zur Darstellung anderer silberpräparate.

Zinnober, HgS, kommt, wie S. 318 erwähnt, als Mineral vor, und war zu Plinius' Zeiten unter dem Namen „Minium" bekannt. Auf trockenem erhält man den Zinnober, indem man 540 Th. Quecksilber mit 75 Th. Schwefel mengt und das entstandene schwarze Pulver sublimirt. Die sublimirte Mas cochenillerothglänzend und gibt beim Zerreiben ein scharlachrothes Pulver. M die Scharlachfarbe des Zinnobers dadurch sehr erhöhen, dass man dem Gemen dem Sublimiren 1 Proc. Schwefelantimon zusetzt und den Zinnober nach dem Zer Monate lang an einem dunklen Orte mit verdünnter Salpetersäure digerirt. — nassem Wege erhält man den, Vermillon genannten, Zinnober, indem man w Präcipitat (NH_2HgCl, den man durch Fällen einer Auflösung von Quecksilberc mit Ammoniak erhält) mit einer Auflösung von Schwefel in Schwefelammon d (Liebig) oder (nach Hausamann) mit einer Natriumthiosulfatlösung bis 8 wärmt. Nach dem Brunner'schen Verfahren mischt man 114 Th. Schwef 300 Th. Quecksilber und etwas Kalilösung, indem man die Stoffe in gut verschlo Flaschen an einen sich hin und her bewegenden Theil einer Maschine befestigt. schwarze Verbindung wird mit einer Lösung von 75 Th. Kali in 400 Th. Wass mischt und im Wasserbade bei 45° erhitzt. Nach einigen Stunden nimmt die eine rothe Farbe an; sie wird in kaltes Wasser gegossen, gewaschen und getro (Vgl. J. 1894, 509.)

Der im Handel vorkommende Zinnober wird zuweilen mit Mennige, Eisenoxyd, C zinnober, Schwerspath oder Gyps verfälscht. Beim Erhitzen bleiben diese Stoffe zurück. Zinnober ist in Natriumsulfhydrat, NaSH, leicht und vollkommen löslich.

Kupferverbindungen.

Kupfervitriol (Kupfersulfat, Cuprisulfat, schwefelsaures Kupfer, cypr oder blauer Vitriol: $CuSO_4 . 5H_2O$) findet sich in der Natur als Ueberzug, ode

im sog. Cementwasser der Kupfergruben. Er krystallisirt in lasurblauen ëdrischen Säulen, welche sich in 2 Th. heissem und 4 Th. kaltem Wasser, nicht Alkohol lösen.

as gekörnte Kupfer wird in grossen Fässern auf einem Siebboden mit verdünnter elsäure zeitweilig berieselt; unter Aufnahme von atmosphärischem Sauerstoff ich Sulfat:

$$Cu + H_2SO_4 + O = CuSO_4 + H_2O.$$

ılichen Kupfervitriol erhält man zuweilen durch Abdampfen von Cementwasser ystallisiren. Concentrationsstein oder Spurstein, der ungefähr 60 Proc. Kupfer wird nach dem Rösten mit Schwefelsäure behandelt, die Auflösung abgedampft m Krystallisiren hingestellt; aus der von den Krystallen abgegossenen Mutter- ällt man den Rest des Kupfers durch Eisen. Der so gewonnene Kupfervitriol ungefähr 3 Proc. Eisenvitriol und zuweilen, wenn die Kupfersteine nickelhaltig auch Nickelvitriol. — Kupferabfälle, Kupferasche, Kupferhammerschlag werden m Flammofen bis zur vollständigen Oxydation erhitzt, dann in verdünnter elsäure gelöst. — Man erhält ferner Kupfervitriol als Nebenproduct bei Scheidung des vom Silber (S. 282).

oppelvitriol oder gemischter Vitriol ist ein aus Kupfervitriol und Eisenvitriol be- r, zusammenkrystallisirter Vitriol. Salzburgervitriol (Doppel-Adler) enthält ., Admonter 83 Proc. und Doppel-Admonter 80 Proc. schwefelsaures Eisen- Zuweilen findet sich in dem gemischten Vitriol auch noch schwefelsaures Zink.

ıwendung. Der Kupfervitriol wird verwendet zur Darstellung der Kupferfarben, kupfern, zum Brüniren des Eisens, zum Färben des Goldes, zum Präpariren der ge- ı Thonmassen, zum Schwarzfärben von Tuch und Wollgarn, als Reservage in der kalten pe, zum Einweichen des Getreides vor dem Säen, zur Erzeugung galvanoplastischer Ab- ınd zum Ausbringen von Silber (S. 284).

raunschweiger Grün. Gegenwärtig kommt im Handel unter diesem meist basisch kohlensaures Kupfer, $CuCO_3 . Cu(OH)_2$, vor, eine Nachahmung rggrün, fein gemahlener Malachit. Man fällt Kupfervitriol mit kohlensaurem ı oder kohlensaurem Calcium, wäscht den Niederschlag mit heissem Wasser aus ıt mit Permanentweiss, Zinkweiss oder Gyps, nicht selten auch mit Schwein- ün.

remerblau oder Bremergrün ist wesentlich Kupferhydrat, dessen Farbe ıs Grünliche geht. Als Wasser- und Leimfarbe gibt es ein helles Blau, mit Oel ndet geht dagegen die ursprüngliche blaue Farbe schon nach 24 Stunden in Grün elches dadurch entsteht, dass sich das Kupferoxyd mit den Fettsäuren des Oeles ıer Kupferseife verbindet.

asselmann's Grün wird dargestellt, indem man eine siedend heisse Lösung pfervitriol mit einer siedenden Lösung von essigsaurem Alkali vermischt. Der sich e Niederschlag ist basisches Kupferoxyd von der Formel $CuSO_4 . 3Cu(OH)_2 . 4H_2O$. knet und zerrieben ist diese Farbe, nächst dem Schweinfurter Grün, die schönste upferfarben.

ineralgrün oder Scheele's Grün entspricht der Formel $Cu_2As_2O_6 . 2H_2O$. uflösung von 6 Th. reinem Kupfervitriol wird mit einer Lösung von 2 Th. gsäure und 8 Th. krystallisirter Soda unter beständigem Umrühren versetzt, der schlag ausgewaschen und getrocknet. Zuweilen versteht man unter Mineralgrün hitgrün) fein geriebenen Malachit oder auch basisches Kupferhydrat.

ineralblau bildet meist die helleren, mit Thon oder Kaolin u. dgl. versetzten von Berlinerblau, Andere bezeichnen damit oder mit Bergblau *(cendres bleues)* aue Malerfarbe, welche früher durch Mahlen und Schlemmen der reinsten Stücken ıpferlasurs, $2CuCO_3 . Cu(OH)_2$, in Tyrol und zu Chessey bei Lyon dargestellt

wurde. Jetzt soll man es darstellen, indem man eine Lösung von salpete
Kupfer mit Aetzkalk oder Kali fällt und den ausgewaschenen Niederschlag mit
Gyps oder Schwerspath tönt.

Kalkblau oder Neuwiederblau wird durch Fällen einer Lösu
100 Th. Kupfervitriol und 12,5 Th. Salmiak mittels der Kalkmilch von 30
branntem Kalk in der Kälte dargestellt. Das Gemenge vom Kupferhydrat un
$2CaSO_4 . 2H_2O + 3Cu(OH)_2$ ist reiner blau als das Bremerblau, besitzt im
ziemliche Deckkraft, aber wenig in Oel.

Das Oelblau *(Bleu Horace Vernet)* ist Schwefelkupfer, CuS. Man ve
hierzu das als Kupferindig vorkommende Schwefelkupfer, oder man
fein zertheiltes Kupfer mit Kaliumschwefelleber und behandelt die Schmelze mit
wobei das Schwefelkupfer in kleinen glänzenden bläulichen Krystallen zurückb

Zinnsaures Kupferoxyd oder Gentele's Grün, durch Fällen von
vitriol mit zinnsaurem Natrium, Auswaschen und Trocknen des Niederschlages e
ist eine schöne grüne Farbe.

Aegyptisches Blau. Diese von den alten Römern hergestellte Farbe,
besonders zu Wandmalereien Anwendung fand und z. B. im alten Pompeji häufi
troffen wird, ist eine Doppelverbindung von Kalk- mit Kupfersilicat:

Kieselsäure	63,7 Proc.
Kalk	13,3
Kupferoxyd	21,3

Die Verbindung bildet kleine dem quadratischen System angehörende Kr
sie wird von Schwefelsäure gar nicht, von Kalk erst bei hoher Temperatur ange
Schwefelammonium soll sie nicht schwärzen (J. 1889, 495). Man erhält si
Fritten einer Mischung von 70 Th. Sand, 15 Th. Kupferoxyd, 25 Th. Krei
6 Th. Natriumcarbonat. Fouqué empfiehlt statt Soda Kaliumsulfat zu verv

Grünspan oder essigsaures Kupfer. Man unterscheidet basisch
neutralen Grünspan. Der basische oder blaue Grünspan wird hauptsächlich
Umgegend von Montpellier dargestellt. Man überlässt Weintreber in Fässe
selbst; wenn nach Verlauf von 3 bis 4 Tagen ein deutlicher Essiggeruch si
wickelt, werden die Treber mit erhitzten Kupferblechen, welche man vorher mi
Auflösung von Grünspan bestrichen und wieder getrocknet hat, in irdene Hä
schichtet und diese in einem kühlen Keller aufgestellt. Wenn sich auf den I
eine hinreichend starke Decke von Grünspan gebildet hat, kratzt man diesel
knetet den Grünspan mit Wasser an und bringt den Brei in lederne Beutel, den
durch Pressen eine viereckige Form gibt. Die vom Grünspan befreiten Bleche
von Neuem benutzt, bis dieselben aufgelöst sind. Dieser Grünspan ist blau
anzusehen als $Cu(C_2H_3O_2)_2 . Cu(OH)_2 . 5H_2O$. — In Grenoble werden Kupfer
mit Essig befeuchtet und an einem warmen Orte aufgestellt, oder Kupferplatt
Flanelllappen, welche mit Essig getränkt sind, geschichtet; dieser Grünspan ist gr
hat die Zusammensetzung $Cu(C_2H_3O_2)_2 . 2Cu(OH)_2$.

Neutraler Grünspan wird erhalten durch Auflösen des basischen Salzes in
säure oder durch Zersetzen von Kupfervitriol mit Bleizucker:

$$CuSO_4 + Pb(C_2H_3O_2)_2 = PbSO_4 + Cu(C_2H_3O_2)_2.$$

Schweinfurtergrün ist die schönste, aber auch die gesundheitsgefähr
aller Kupferfarben; sie wird auch Wienergrün, Neuwiedergrün, Mitisgrün,
bergergrün, Kaisergrün, Papageigrün genannt, je nachdem das eigentliche Sc
furtergrün rein oder mit Schwerspath, schwefelsaurem Blei, Chromgelb u. dgl.
ist. Nach Ehrmann ist das Schweinfurtergrün im reinen Zustande ein
bindung von neutralem essigsauren Kupfer mit arsenigsaurem Kupfer nach der I

$H_3O_2)_2 \cdot 3Cu(AsO_2)_2$. Zur Herstellung löst man gleiche Theile Arsenigsäure rünspan in Wasser und mischt die concentrirten Lösungen siedend heiss mit ein- Es bildet sich sofort ein flockiger olivengrüner Niederschlag von arsenigsaurem r, während die Flüssigkeit freie Essigsäure enthält. Wenn der Niederschlag in lüssigkeit ruhig stehen bleibt, so wird er dicht und krystallinisch; zugleich bilden rüne Stellen, welche nach und nach grösser werden, bis er nach einigen Stunden ändig in eine intensiv grüne, körnig krystallinische Masse übergegangen ist. Das bildete Schweinfurtergrün wird abfiltrirt und gewaschen. — Sattler hat die ng des Schweinfurtergrüns mikroskopisch verfolgt (J. 1888).

Zink- und Cadmiumverbindungen.

Zinkweiss, Zinkoxyd, ZnO, erhält man durch Erhitzen von Zink an der Luft auch direct aus den Erzen. Man verwendet meist Retorten, welche denen der tgasfabriken ähnlich sind und zu 8 bis 18 in zwei rückwärts zusammenstossenden n in einem Flammofen liegen. In die bis zum Weissglühen erhitzten Retorten Zink gebracht; dasselbe verwandelt sich in Dämpfe, welche beim Austritt aus etorte einen bis auf 300⁰ erhitzten Luftstrom treffen und dadurch zu Zinkoxyd ennen. Dasselbe wird durch Luftstrom in Kammern geführt, elchen es sich allmählich ab- Freytag empfiehlt Retorten g. 526) von ovalem Querschnitt, e an der Vorderseite mit ab- baren Deckeln verschlossen, am en Ende dagegen für den Aus- der Zinkdämpfe geöffnet sind. Retorte wird mit Rohzink be- t und von aussen bis zur Weiss- rhitzt. In dem Deckel befindet ine Oeffnung zum Durchstecken Flammrohres C, welches der te aus dem Generator von B Koksgase zuführt. Es wird ein deres Luftzuführungsrohr E, es durch den Kanal D mit der ren Luft verbunden ist, in den Deckel der Muffel eingeschaltet, am zweck- gsten in das Gasflammrohr C. Durch die hierdurch bewirkte reichliche Luft- rung wird erreicht, dass eine schnellere Oxydation des Zinkes, wie auch eine tändige Verbrennung der unreinen Koksgase stattfindet. Das erhaltene Product adellos rein sein. (J. 1888.)

Fig. 526.

Bei der directen Darstellung von Zinkweiss aus den Erzen wird das geröstete Erz em Roste eines Ofens, der mit Koks oder Anthracit beschickt ist, zum Glühen gebracht, wird unter den Rost ein Luftstrom geführt. Man leitet die entweichenden Dämpfe durch le, in welchen sie unter Luftzutritt stark erhitzt werden, wobei das Zink vollständig zu Zink- verbrennt, nach den Niederschlagskammern. (J. 1894, 310.)

Nach dem Verfahren von Schnabel (J. 1880) wird der Blei, Silber, Kupfer u. dgl. ent- nde Zinkstaub in bleiernen Gefässen mit einer concentrirten Lösung von kohlensaurem onium in Ammoniakwasser digerirt. Die dadurch erhaltene ammoniakalische Zinklösung , nachdem das ebenfalls theilweise aufgelöste Kupfer durch Zink ausgefällt worden, destillirt das erzeugte Zinkcarbonat durch Glühen in Zinkoxyd übergeführt. Die in den bleiernen ssen zurückbleibenden Silber und Blei haltigen Oxyde werden behufs Gewinnung des Silbers

beim Treibprocess zugeschlagen. — Um nach Hampe und Schnabel (J. 1897) eine gl setzung nach der Formel

$$ZnSO_4 + C = ZnO + SO_2 + CO$$

zu erzielen, ist es nothwendig, dass das Zinksulfat entwässert wird, dass die Mischung Holzkohle ausserordentlich innig ist und dass eine Temperatur von 650° möglichst a innegehalten wird. — Hampe (J. 1898) empfahl ferner in derselben Weise zinkoxydl Mineralfarben herzustellen.

Kohlensaures Zink empfiehlt Hinsberg als Farbstoff; er fällt eine Lösung v vitriol mit Ammoniumcarbonat (J. 1887).

Zur Herstellung von phosphorescirendem Schwefelzin Henry (J. 1893) ein reines Zinksalz mit Ammoniak:

$$ZnCl_2 + 2NH_4OH = Zn(OH)_2 + 2NH_4Cl,$$

löst den so gebildeten Zinkoxydhydrat-Niederschlag, ohne ihn von der Flü welche Chlorammonium enthält, zu trennen, wieder in überschüssigem Ammon und fällt die erhaltene Lösung durch Schwefelwasserstoff

$$Zn(OH)_2 + H_2S = ZnS + 2H_2O.$$

Das erhaltene Schwefelzink wird ungefähr 1/2 Stunde hindurch in einem Po tiegel geglüht.

Zinkvitriol, Zinksulfat, schwefelsaures Zink, auch weisser Vitri Galitzenstein, $ZnSO_4 . 7H_2O$, entsteht beim Verwittern von Zinkblende und beim blendehaltiger Erze; letztere werden mit heissem Wasser ausgelaugt, so dass be kühlen der Lösung Zinkvitriol auskrystallisirt. In entsprechender Weise w aus zinkhaltigen Pyritabbränden erhalten, sowie durch Lösen von Zinkabfä Schwefelsäure.

Mit einer Lösung von Schwefelbaryum gefällt, bildet das Zinksulfat ein G von Schwefelzink und Baryumsulfat, welches nach dem Glühen und Pulvern a weissersatz unter dem Namen Lithopone oder Zinkolith vielfach Anwendung Zur Gewinnung einer guten lichtbeständigen Farbe wurde von Cawley (J. eine siedende, möglichst concentrirte Zinksalzlösung mit einer concentrirten Sch baryumlösung versetzt. Zu dem Niederschlag wurde 0,5 Proc. frisch gefälltes M siahydrat und fein gepulvertes Kochsalz gefügt. Der Niederschlag wurde getr auf etwa Bohnengrösse zerkleinert, mit 3 Proc. Chlorammonium vermischt und g Neuerdings wird die Lösung nur erwärmt, der Niederschlag von $ZnSBaSO_4$ ohne von Magnesia und Chlorammonium bei mässiger Temperatur geglüht (J. 1898, 4

Zur Herstellung von Sulfopone fällt Steinau (J. 1894) Zinksul Schwefelcalcium:

$$CaS + ZnSO_4 = CaSO_4 + ZnS.$$

Das Schwefelcalcium wird in löslicher Form dadurch erhalten, dass 50 Th. Sch blüthe mit 50 Th. Aetzkalk in 1000 Th. Wasser gekocht werden.

Als Zinkanhydrid oder Zinkbaryt bezeichnet Alberti (J. 1895) stoffe, welche entstehen, wenn gemahlener Zinkvitriol mit der äquivalenten Kreide oder Witherit innigst gemischt und in geeigneten Oefen mehrere Stunden mässigen Glühhitze ausgesetzt wird.

Chlorzink, $ZnCl_2$, erhält man durch Auflösen von Zinkabfällen in Salz die erhaltene Lösung wird bis zum Syrup abgedampft. Oder auch durch Zer der aus zinkhaltigen Pyritabbränden erhaltenen Zinkvitriollösung mit Chlornat Glaubersalz krystallisirt heraus. Wasserfreies Chlorzink entsteht durch Erhitzen Gemenges von Zinkvitriol und Kochsalz: $ZnSO_4 + 2NaCl = Na_2SO_4 + ZnCl_2$ bei Chlorzink sublimirt.

Anwendung. Chlorzink dient besonders zum Conserviren der hölzernen Eise schwellen, ferner statt Schwefelsäure zum Läutern von Oel, Herstellung von Pergamentpapier Das sogenannte Löthsalz ist eine Verbindung von Chlorzink mit Salmiak ($2 NH_4Cl$ + Z

nkoxychlorür, dadurch erhalten, dass man in flüssiges Chlorzink (oder Eisen- oder nchlorür) Zinkweiss einrührt, ist von Sorel als plastische Masse (Metallkitt, Zahnkitt) chlagen worden.

Cadmiumfarben, welche durch Einwirkung von Schwefelwasserstoff auf iumsalzlösungen hergestellt werden, bestehen alle aus Einfachschwefelcadmium, in verschiedenen physikalischen Zuständen. Diese Farben sind vollständig licht-ndig und für die Oelmalerei zu empfehlen.

Richards (J. 1898) empfiehlt für die Herstellung von Cadmiumgelb Cadmium node in einer auf 75⁰ erwärmten 10proc. Lösung von Natriumhyposulfit. Röpper 899) verwendet Elektroden aus Cadmium und als Elektrolyt eine etwa 10proc. umhyposulfitlösung. Durch die Lösung sendet man einen Wechselstrom. Dabei n jeder Elektrode, so lange sie Anode ist, unlösliches Schwefelcadmium gebildet, nd an derselben Elektrode, so lange sie Kathode ist, Wasserstoff frei wird.

Buchner (J. 1891) unterscheidet 4 Modificationen von Schwefelcadmium; zwei davon (α bilden den Farbstoff des Handels. Die α-Modification bildet einen schweren Nieder- und entsteht durch Fällung von Cadmiumsalzlösungen mit Schwefelwasserstoff in neutralen chwach sauren Lösungen. Die Farbe ist rein citronengelb, mit Oel angerieben sehr stark d; mit Weiss gemischt rein gelb, nicht röthlich gebend. Durch nascirenden Wasser- dgl. geht es in die β-Modification über. Mit Schwefelpulver gemengt und geglüht geht lweise in die Modification δ über. Sowohl in trockenem als auch in feuchtem Zustande nter Wasser wird diese Modification unter dem Einflusse des Lichtes und der Luft zu elsaurem Cadmium oxydirt, wenn auch sehr langsam. Mit Oel angerieben findet unter influsse des Lichtes eine Oxydation nicht statt. Im Dunkeln ist diese Abart unveränder- Beim Erhitzen wird die gelbe Modification zuerst dunkelgelb, dann orange, prachtvoll sinroth, zuletzt dunkelviolettroth. Nach Entfernung der Wärmequelle wird das Product lurch alle Töne rückwärts wieder hellgelb. Bei längerem Erhitzen an der Luft kann das t einen bräunlichen Ton annehmen, herrührend von etwas entstandenem Cadmiumoxyd. h der Art und Dauer der Wärmeeinwirkung kann manchmal nach dem Erhitzen das t roth bleiben und nicht mehr gelb werden. — β-Modification entsteht durch Fällung dmiumsalzen in stark sauren Lösungen durch Schwefelwasserstoff. Die Farbe ist mennig- von grosser Leuchtkraft; mit Oel angerieben stark deckend; mit Weiss gemischt roth, gelbliche Farbentöne gebend. Mikrokrystallinisch, wahrscheinlich hexagonale Formen. iese Abart kommt als Greenokit in der Natur vor. Bei der Lösung in Säuren geht diese zuerst in die gelbe über; ebenso wird bei starkem und langem Erhitzen oft ein Uebergang α-Modification nach dem Abkühlen bemerkbar. Wenn sie keine α-Modification enthält, e wahrscheinlich weder trocken noch feucht durch den Luftsauerstoff unter Einwirkung chtes oxydirt und bleibt unverändert. Im Dunkeln, sowie mit Oel angerieben dem Lichte etzt bleibt die β-Modification unverändert. Bei kurzem Erhitzen wird diese Abart dunkel- armoisinroth, dunkelviolettroth, um nach Entfernung der Wärmequelle wieder zurück bis zu gehen.

Bleiverbindungen.

Bleioxyd, PbO. Man unterscheidet Massicot und Bleiglätte (vgl. J. 441). Massicot (gelbes Bleioxyd, Glasmacherglätte) ist gelb, häufig mit einem ins Röthliche, welches durch Erhitzen von Bleicarbonat, meist aber durch Erhitzen lei auf einem Flammherd gewonnen wird. Es schmilzt in der Rothglühhitze leicht er glasartigen Masse, dem Bleiglas, welches aber meist ein Gemisch von ge- lzenem Bleioxyd mit kieselsaurem Blei ist. Die Bleiglätte ist geschmolzenes llinisches Bleioxyd und wird als Hüttenproduct bei dem Silberverhüttungsprocesse Abtreiben des Reichbleies gewonnen (S. 266). Durch Auslaugen mit einer g von kohlensaurem Ammoniak kann sie von dem beigemengten Kupferoxyd t werden.

Bleioxyd absorbirt aus der Luft Kohlensäure, schmilzt leicht mit Kieselsäure und Silicaten ht schmelzbaren Gläsern. Es löst sich in Essigsäure, Salpetersäure, sehr verdünnter Salz-

säure, auch in Kali- und Natronlauge; in kohlensauren Alkalien ist es unlöslich. Es v wendet zur Darstellung von Krystallglas, Flintglas und Strass, zu Glasuren und als Flu Porzellan- und Glasmalerei, zur Bereitung von Firniss, von Bleipflaster (Blei-Oleat), v Mennige und essigsaurem Blei.

Mennige, Minium, Pb_3O_4 oder Pb_4O_5, erhält man durch vorsichtiges E von Bleioxyd unter Umrühren bei Luftzutritt. Zuweilen erzeugt man die Menn Bleioxyd, welches man aus Blei in dem Flammofen selbst dargestellt hat. D Sorte, die Orangemennige (Pariserroth, Mineralorange, Goldsatinnober, zinnober) erhält man durch Rösten von Bleiweiss bei oxydirender Flamme un kaum zur Rothglühhitze gesteigerten Temperatur; sie ist lockerer als die aus B Bleioxyd dargestellte Mennige und besitzt eine weit lebhaftere Farbe.

Mennige enthält nach Löwe oft Bleioxyd und kohlensaures Blei, welche beid längeres Erwärmen und schliessliches Kochen mit einer 10- bis 12proc. Bleinitratlösung werden können. So gereinigte Mennige gibt beim Behandeln mit reiner verdünnter S säure 25,4 bis 25,7 Proc. Bleisuperoxyd, entsprechend der Formel Pb_4O_5. Durch fortg vorsichtiges Erhitzen bildet sich Pb_3O_4. — Bei der Mennigbildung ist somit nicht Temperatur, sondern auch die Zeitdauer des Brennens zu berücksichtigen. So lange die probe noch freies Bleioxyd enthält und die Farbe im gereinigten Zustande der Zusammen Pb_4O_5 entspricht, liegt die Gefahr des Umschlagens des Brandes viel weniger nahe, als Zusammensetzung Pb_3O_4 (J. 1889, 488). Sie ist zuweilen mit Theerfarben geschönt (J. 18

Anwendung. Zur Fabrikation des Bleiglases, zur Darstellung von Kitt für Ga und als Farbenmittel.

Bleisuperoxyd, PbO_2, bleibt beim Behandeln der Mennige mit Salpet als braunes Pulver zurück. Nach Lyte (J. 1884) bildet sich bei gewöhnliche peratur durch Einwirkung von Chlorkalk auf Chlorblei in wässeriger Lösung Ble oxyd nur langsam nach der Formel:

$$CaO_2ClH + PbCl_2 + H_2O = PbO(OH)_2 + CaCl_2 + HCl.$$

Beim Erwärmen des Gemisches entwickelt sich Chlor. Um dies zu vermeiden, w Chlorblei, in heisser Chlorcalciumlauge gelöst, in ein Gemisch von Chlorkalk und milch gegossen:

$$2PbCl_2 + Ca(OH)_2 + 2Ca.OCl.OH = 2PbO(OH)_2 + 3CaCl_2.$$

Man erhält ferner Bleisuperoxyd, wenn man in ein Gemisch von 2 Mol. Chlorbl 3 Mol. Kalkhydrat Chlor einleitet.

Bleisuperoxyd lässt sich ferner elektrolytisch nach dem Verfahr Luckow (S. 653) herstellen, sowie aus Plumbaten. Naef (J. 1893) sc Bleioxyd mit Alkalinitrat und erhitzt das Natriumplumbat mit Wasser, wodurc superoxyd ausgeschieden wird. Meist werden die Plumbate durch Erhitze Alkalien mit Bleioxyd im Luftstrome dargestellt. So verwendet die Chem. Fa Bettenhausen (J. 1894) zur Darstellung der Orthoplumbate auf 1 Mol oxyd 2 Mol. Alkalicarbonat:

$$PbO + 2Na_2CO_3 + O = Na_4PbO_4 + 2CO_2,$$

zur Darstellung der Metaplumbate dagegen gleiche Molecüle Bleioxyd und carbonat:

$$PbO + Na_2CO_3 + O = Na_2PbO_3 + CO_2.$$

Die zur Bildung der Alkaliplumbate geeignete Temperatur liegt unter, aber na dem Schmelzpunkt der betreffenden Alkalicarbonate, so dass eine sorgfältige Re der Temperatur nöthig ist. — Alkaliplumbate zerfallen mit Wasser:

$$Na_4PbO_4 + 2H_2O = PbO_2 + 4NaOH$$

oder

$$Na_2PbO_3 + H_2O = PbO_2 + 2NaOH.$$

Bleiacetat, Bleizucker, essigsaures Blei, $Pb(C_2H_3O_2)_2.3H_2O$, krystalli vierseitigen Säulen, welche sich in 1,66 Th. Wasser und 8 Th. Alkohol lösen. löst Bleioxyd in Essig und lässt krystallisiren.

Anwendung. In der Färberei, zur Bereitung der essigsauren Thonerde (Aluminium-Rothbeize), bei der Firnissbereitung und zur Darstellung von Farbstoffen, namentlich von [Blei]weiss und Chromgelb.

Bleiweiss, basisches Bleicarbonat, $2PbCO_3 . Pb(OH)_2$. Beim holländischen [Verfa]hren wird Blei in Berührung mit Essigdämpfen, Kohlensäure und Sauerstoff bei [erhöh]eter Temperatur in Bleiweiss verwandelt. Das Blei [wird i]n dünnen, spiralförmig gewundenen Blechen in irdene, [inwen]dig glasirte Töpfe (Fig. 527) gebracht, auf deren [Boden] sich mit Bierhefe gemischter Essig befindet; die [Töpfe] werden mit Bleiplatten bedeckt und in Lohe o. dgl. [einge]graben. Durch die eintretende Gährung wird die [Temp]eratur erhöht, der Essig verdampft, und dadurch [unter] Mitwirkung des Sauerstoffs basisches Bleiacetat, $(C_2H_3O_2)_2 . 2Pb(OH)_2$, gebildet, welches durch die er[zeugt]e Kohlensäure in Bleiweiss und neutrales Bleiacetat [zerle]gt wird. — Walton (J. 1875) will die Töpfe auf [einen] Wagen zwischen den Lohbeeten anbringen.

Fig. 527.

[D]ie eigenthümliche Rothfärbung, welche Bleiweiss, nach dem holländischen Verfahren dar[gestell]t, zuweilen zeigt, ist nach Krämer (1872) eine Folge fehlerhafter Darstellung und des [Mange]ls an Kohlensäure; der rothfärbende Stoff selbst ist eine dem Bleisuboxyd sehr nahe[stehen]de Verbindung.

Bei dem Kammerverfahren oder dem deutschen Verfahren[1]) werden ge[mauerte] Kammern benutzt, deren Boden eine mit durchlöcherten Dielen bedeckte Kufe [bildet], in welcher sich erwärmter Essig befindet, so dass die Essigdämpfe in die Kammern [treten]. Die aufgehängten Bleibleche werden so allmählich in Bleiweiss verwandelt. [Da]s Rohproduct wird von dem Gehalte an Bleiacetat durch Auswaschen von dem [unang]egriffenen Blei durch Schlämmen befreit. In neuerer Zeit wird die Zuleitung von Wasserdampf, Essig und Kohlensäure in die Kammern geregelt. Oder man bringt [e]ingekörnte, mit 1 bis 1,5 Proc. Essig befeuchtete Blei in die, vom Boden aus mit [Dampf] auf ungefähr 35° erwärmten Fächer eines hölzernen Kastens, in welchen ein [Strom] von Kohlensäure und Dampf geleitet wird, um die Atmosphäre im Innern und [das B]lei eben feucht zu halten. Nach 10 bis 14 Tagen ist die Umwandlung vollendet. [Das r]ohe Bleiweiss wird wie gewöhnlich gewaschen, geschlämmt, in einer Filterpresse [von d]er Flüssigkeit getrennt und zuletzt getrocknet.

Nach dem englischen Verfahren wird Blei in einem Kessel geschmolzen, [aus w]elchem es auf die Sohle eines grossen Flammofens fliesst, zu welchem ein Gebläse [wä]hrend Luft führt. Die so erhaltene fein zertheilte Bleiglätte wird mit 1 Proc. [in W]asser aufgelösten Bleizuckers befeuchtet und hierauf in Tröge gebracht, welche verschlossen und unter einander verbunden sind. Dann wird durch die Bleiglätte [ein S]trom von Kohlensäure geleitet, welche in einem Flammofen durch Verbrennung [von] Koks erzeugt wird. Durch eine Dampfmaschine bewegte Krücken rühren das [Oxyd] beständig um, wodurch die Verbindung der Kohlensäure mit dem Oxyd be[günst]igt wird.

Das französische Verfahren nach Thénard und Roard besteht darin, [Bleig]lätte in Essigsäure aufzulösen, um eine Lösung von basischem Bleiacetat (Bleiessig), $(C_2H_3O_2)_2 . 2Pb(OH)_2$, zu erzeugen. Durch Einleiten von Kohlensäure werden [2 Mo]l. Blei als Bleiweiss ausgefällt, während neutrales Bleiacetat in Lösung zurück[bleib]t. Indem man die zurückbleibende Lösung von Neuem mit Bleiglätte behandelt,

---

1) Vgl. J. 1881, 361; 1882, 451; 1883, 443; 1884, 403; 1885, 320; 1886, 348; 1887, 592; [1889,] 516; 1890, 561; 1891, 502; 1892, 391; 1894, 537.

bildet sich wieder basisches Bleiacetat (Bleiessig), aus welchem durch Kohl abermals 2 Mol. Bleioxyd als Bleiweiss ausgefällt werden. — Nach Sand (J. 1898) wird durch basisches Bleiacetat Kohlensäure hindurchgeblasen, bis ma Niederschlag von basischem Bleicarbonat erhält. Nach dem Absetzen des schlages wird die helle normale Acetatlösung abgezogen und eine neue Ladu basischem Bleiacetat in den Behälter gebracht. Die neue Ladung wird mit dem erhaltenen Niederschlag durch gründliches Aufrühren vermischt und darauf das in derselben Weise nochmals mit Kohlensäure behandelt. Man verwendet Ka gase, auch wohl die Kohlensäure, welche sich bei der Gährung des Mostes, de würze und Branntweinmaische entwickelt, oder benutzt, z. B. bei Brohl, das de entströmende Kohlensäuregas.

Nach Kubel hat eine mässig concentrirte Lösung von essigsaurer Magnesia di keit, Bleioxyd sehr rasch in Bleihydrat zu verwandeln und zum grössten Theile zu lö dass die Lösung alkalische Reaction zeigt. Aus der Lösung wird das Blei mittels Kohl als Bleiweiss gefällt, während eine von Blei nahezu freie Magnesiumacetatlösung zurüc welche wiederum zur Lösung von Bleioxyd Verwendung finden kann. Das auf diese hergestellte Bleiweiss soll dem nach dem französischen Verfahren hergestellten a mindestens gleichkommen, nicht krystallinisch, leicht zerreiblich und von vorzügliche kraft sein.

Zur Bleiweissherstellung löst Löwe (J. 1888) 50 Th. neutrales essigsaur oder 43,6 Th. neutrales salpetersaures Blei in 250 bis 300 Th. Wasser und fügt nach u 28 Th. festes doppeltkohlensaures Natrium unter Umrühren hinzu, oder eine Auflösu 8 Th. wasserfreier Soda in 8 Th. Wasser und fügt darauf 9 bis 10 Th. doppeltkohle Natrium hinzu, lässt den Niederschlag von kohlensaurem Blei absetzen und zieht die ü stehende Flüssigkeit ab, rührt den Niederschlag mit etwa gleichviel Wasser auf, lässt absetzen und zieht die zweite Flüssigkeit nochmals ab. — 25 Th. Bleizucker löst man in bis 150 Th. Wasser und fügt der Lösung 15 Th. feingeriebene gute Bleiglätte hinzu. Ma unter zeitweisem Umschwenken, bei gewöhnlicher Temperatur 8 bis 10 Stunden stehen, Wärme noch kürzer, bis alle Bleiglätte gelöst, d. i. nur ein geringer weisser Rückst Boden sitzt. Man zieht die Flüssigkeit behutsam von dem Bodensatz ab und gibt si Umrühren zu dem einfachkohlensauren Blei. Nach gutem Vermischen lässt man das a Art gebildete Bleiweiss sich absetzen, zieht die geklärte Flüssigkeit nach einiger Z presst das Bleiweiss scharf unter der Presse aus, fängt die von diesem ablaufende Flüs auf und vereinigt dieselbe mit dem abgezogenen Antheil. Diese gesammelte Flüssigkeit enthält den regenerirten Bleizucker und dient, wieder mit 15 Th. Bleiglätte versetzt, zur führung neuer Mengen einfachkohlensauren Bleies in Bleiweiss.

Arthur (J. 1895) will eine Lösung von Bleioxyd in alkalischem Natrontartrat mit K säure fällen.

Nach Bronner werden 3 Mol. frisch gefälltes Bleisulfat mit 2 Mol. N lauge erwärmt, wobei sich das basische Sulfat $2PbSO_4$, $Pb(HO)_2$ bildet na Gleichung:

$$3PbSO_4 + 2NaHO = 2PbSO_4, Pb(HO)_2 + Na_2SO_4.$$

Durch Erwärmen mit einer Lösung von Natriumcarbonat geht das Sulfat le Bleiweiss über:

$$2PbSO_4, Pb(HO)_2 + 2Na_2CO_3 = 2PbCO_3, Pb(HO)_2 + 2Na_2SO_4, \text{ bez.}$$
$$3PbSO_4, Pb(HO)_2 + 3Na_2CO_3 = 3PbCO_3, Pb(HO)_2 + 3Na_2SO_4.$$

Durch dieses Verfahren wird das in den Kattundruckereien bei der Ber der Rothbeize (mordant rouge) als Nebenproduct abfallende Bleisulfat in verkäu Bleiweiss umgewandelt.

Zeitler (J. 1892) behandelt Bleisulfat mit Soda und das erhaltene PbC Natronlauge zur Bildung von $PbCO_3$, $Pb(OH)_2$.

Bleiweiss will Tibbits elektrolytisch herstellen. Das elektroly Bad wird durch Auflösung von je 225 g Natriumnitrat und Ammoniumnitrat in Wasser und darauffolgende Sättigung der so erhaltenen Lösung mit Kohlend hergestellt und in grosse hölzerne Behälter von etwa 40 cm Breite, 50 cm Läng

75 cm Tiefe gebracht, über welche Metallstangen quer gelegt werden, an denen flache Bleiplatten von etwa 40 cm im Geviert und 2 bis 3 cm Dicke hängen. Platten werden wechselweise mit dem positiven und negativen Pol einer en Dynamomaschine verbunden. Während der elektrische Strom auf dieselben kt, wird durch den Boden des Behälters ein Strom von Kohlensäure eingeführt, s Bleihydrat, so schnell wie dasselbe sich bildet, zu fällen (J. 1884, 402; 562).

tevens (J. 1893) will eine Bleisalzlösung unter Verwendung einer Bleianode nleiten von Kohlensäure elektrolytisch zerlegen. Browne (J. 1893) will eine ode in Alkalinitrat anwenden.

ur elektrolytischen Herstellung von Bleiweiss und ähnlicher unlös- Verbindungen verwendet Luckow (J. 1897) als Elektrolyte Salzlösungen im de elektrolytischer oder hydrolytischer, oder hydrolytischer und elektrolytischer ation. Die Mischung der Salze erfolgt so, dass zur Darstellung von Salzen im neinen etwa 80 Proc. der Mischung Salze solcher Säuren sind, welche mit dem nmetall eine leicht lösliche Verbindung bilden würden, und etwa 20 Proc. der ng Salze solcher Säuren sind, welche mit dem Anodenmetall eine schwerlösliche dung bilden würden; z. B. dient für Bleiweiss als Elektrolyt die $1^1/_2$proc. ige Lösung einer Mischung von 80 Th. Natriumchlorat mit 20 Th. Natrium- at. Die Anode besteht aus Weichblei, die Kathode aus Hartblei. Der Elektrolyt wach alkalisch. Die Stromspannung ist 2 Volt. Die Stromstärke ist 50 Amp. romdichte 0,5 Amp. auf 1 qd. Während der Elektrolyse wird der Elektrolyt h alkalisch erhalten und vorsichtig Wasser und Kohlensäure zugeführt.

ie Elektrochemische Industriegesellschaft (J. 1898) ändert das ren dahin ab, dass nur eines der beiden Salze in einem hohen Verdünnungsgrad endet wird, das andere Salz dagegen concentrirt, und zwar in der Concentration esten Leitfähigkeit; dadurch wird der Energieverbrauch verringert. Zur Dar- g von Bleiweiss enthält z. B. ein Gefäss 60 *l* einer Lösung von 7 Proc. mchlorat und 0,011 Proc. Natriumcarbonat. 10 Anoden und 11 Kathoden von erfläche etwa 20 $\times$ 30 cm hängen mit 1,5 cm Abstand von einander im Bad. nd der Elektrolyse wird aus feinen Rohrspitzen aus isolirendem Material Kohlen- in die Flüssigkeit eingeblasen, wodurch einestheils Circulation der Flüssigkeit, ntheils die Erneuerung des Fällungssalzes stetig bewirkt wird. Dann ist bei einer lichte von 0,5 Amp. auf 1 qdc Anode die Spannung ungefähr 1,25 bis 1,3 Volt er Temperatur von 15 bis 17°.

Jm das Verfahren auch für Rohstoffe und Abfälle zu verwenden, bestehen Luckow (1899) die Elektroden aus den sog. Elektricitätsleitern I. Klasse, d. h. chen Körpern, welchen eine metallische Leitfähigkeit eigen ist. Die Elektroden n die Form von Platten, wobei die Circulation des Elektrolyten (Ionenbewegung) hst zu begünstigen ist. Beispielsweise werden Drahtgeflechte bez. -netze etwa in kiger Form mit möglichst engen Maschen in Abständen von etwa höchstens 1 cm wa 5 cm langen, an den Enden etwas zugespitzten Drähten dergestalt besetzt, etztere in ihrer Mitte die Geflechte bez. Netze senkrecht durchqueren und dort net sind. Die als Ausgangsmaterialien zu verwendenden Oxyde, Salze, Metalle rze werden in weniger fein vertheiltem Zustande (als Pulver, Staub, gekörnt, als , Graupen u. s. w.) mit dem passend gewählten Elektrolyten zu einem dicken, Brei angerührt und in diesem Zustande, nach der Art des Schmierens der Elek- für elektrische Sammler mit wirksamer Masse, in die Elektrodengerüste fest ein- et. Damit die Teigmassen nicht aus den Gerippen herausfallen können und ein r Zusammenhang der Füllmasse *e* mit ihrem Träger gesichert wird, werden die so

beschickten Gerüste, wie Fig. 528 zeigt, mit einem möglichst straff eingespannten aus flüssigkeitsdurchlässigem, porösem und nicht metallisch leitendem Material (tuch) umgeben.

Zur Darstellung von Bleiweiss dient als Elektrolyt die $1^1/_2$ bis 2proc. wässerige einer Salzmischung, welche zu $^2/_3$ aus Natriumchlorat und zu $^1/_3$ aus Natriumcarbonat b der Elektrolyt ist schwach alkalisch. Die Anodengerüste bestehen au nirtem Hartblei und die Kathodengerüste aus Weichblei oder Hartblei Füllung der Anodengerüste besteht aus Bleistaub oder Bleiglätte, der Kat gerüste aus Bleispath. Sollte die Kathodenbeschickung während der E lyse nicht die erforderlichen Mengen Kohlensäure liefern, so wird letzte Elektrolyten zugeführt. — Zur Darstellung von basischem Bleichr (Chromorange) und Blei dient als Elektrolyt die $1^1/_2$- bis 2proc. wä Lösung einer Salzmischung, welche zu je $^2/_3$ aus Natriumchlorat und aus Natriumchromat besteht. Der Elektrolyt ist mit Natriumhydrat sc alkalisch gemacht. Die Anodengerüste bestehen aus platinirtem Hartbl die Kathodengerüste aus Weichblei oder Hartblei. Die Füllung der A gerüste besteht aus Bleistaub oder Bleiglätte, der Kathodengerüste aus bleierz oder Phönicit. Sollte die Kathodenbeschickung während der Elek nicht die erforderlichen Mengen Chromsäure liefern, so wird letzter Elektrolyten zugeführt.

Fig. 528.

Beiley (J. 1899) will elektrisch verdampftes Blei durch Wasser und Kohlensäure in Bleiweiss überführen.

Von den in den Töpfen behandelten Bleiblechen erhält man das sog. Schieferw welches in dünnen Platten in den Handel kommt. Diejenigen Bleiplatten, mit denen die zugedeckt waren, bekommen eine dickere Kruste, aus denen das gewöhnliche Bleiweiss g wird. Kremser Weiss ist reines Bleiweiss, mittels Gummiwasser in Täfelchen ge Perlweiss ist mit etwas Berlinerblau oder Indigo oder auch blauen Theerfarben ve Grüneberg u. A. fanden das im Handel vorkommende Bleiweiss zusammengesetzt aus kohlensaurem Blei und 1 Mol. Bleihydrat $2PbCO_3 + Pb(OH)_2$ mit 86,3 Proc. Bleioxy 11,4 Proc. Kohlensäure. 100 Th. käufliches Bleiweiss von verschiedener Bezugsart enth

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Bleioxyd	83,77	85,93	86,40	86,25	84,42	86,72	86,5	86,
Kohlensäure . . .	15,06	11,89	11,53	11,37	14,45	11,28	11,3	11,
Wasser	1,01	2,01	2,13	2,21	1,36	2,00	2,2	2,

1. Kremserweiss. 2. Gefälltes Bleiweiss aus Magdeburg. 3. Harzer Bleiweiss. 4. Kr weiss. 5. Kohlensaures Blei, durch Nachahmung des holländischen Verfahrens von H stetter selbst erzeugt. 6. Bleiweiss aus Offenbach. 7. Bleiweiss aus Klagenfurt. 8. Engl Bleiweiss nach dem holländischen Verfahren dargestellt.

Ein durch Fällung erhaltenes lockeres, krystallinisch-körniges, mithin an Bleica reicheres Bleiweiss deckt weniger, als ein nach der holländischen Methode bereitetes, dic Es scheint, als ob die Deckkraft des Bleiweisses mit dem grösseren Gehalte an Hydrat zu mit dem Gehalt an Bleicarbonat abnehme.

Man versetzt das Bleiweiss oft mit Schwerspath, schwefelsaurem Blei, ferner mit Wi Kreide, Gyps oder Thon. Die Mischungen von Bleiweiss und Schwerspath oder Bary führen im Handel folgende Namen: Venetianerweiss mit 50, Hamburgerweiss und Holländisch Weiss mit 80 Proc. Baryumsulfat.

Verwendung: Malerfarbe, zu Kitt, Leinölfirniss, zur Darstellung der Mennige; den Nachtheil, dass es durch Schwefelwasserstoff ausserordentlich leicht in Schwefelbl wandelt wird.

Bleisulfat, $PbSO_4$, wird als Nebenproduct bei der Darstellung des Aluminiuma aus Alaun und Bleizucker erhalten, welches seines geringen Deckungsvermögens wegen anstatt Bleiweisses Anwendung finden konnte. Vielleicht hilft hier Bronner's Verfahren bez. die Herstellung von Chromgelb (J. 1891, 470). Bleisulfat als Bleiweissersatz wird aus Erzen hergestellt (J. 1890, 563; 1891, 503).

Basisches Chlorblei. Das von Pattinson als Ersatzmittel des Bleiweisse geschlagene basische Chlorblei wird dargestellt, indem man eine heisse Lösung von Ch mit einem gleichen Volumen gesättigten Kalkwassers vermischt. Es bildet sich ein v Niederschlag, $PbCl_2 . Pb(OH)_2$, der gewaschen und getrocknet wird. Ganelin (J. 189 handelt Chlorblei mit Magnesia:

$$2PbO_2 + MgO = Pb_2OCl_2 + MgCl_2.$$

ısseler Gelb und Turner's Gelb. Schmilzt man 1 Th. Salmiak mit 10 Th. Blei-
, erhält man eine gelbe, blättrig-krystallinische Masse, welche, fein zerrieben und ge-
ıt, das Casseler Gelb darstellt. Es soll nach der Formel $PbCl_2$, 7 PbO zusammen-
sein. Behandelt man Bleioxyd mit Kochsalzlösung, so scheidet sich weisses Bleioxy-
d ($PbCl_2$, 5 PbO) ab, welches nach dem Schmelzen Turner's Gelb genannt wird.
ırben haben seit der Einführung des Chromgelbes keine Bedeutung mehr. —

ntmachung, betreffend die Einrichtung und den Betrieb der Blei-
farben- und Bleizuckerfabriken. Vom 12. April 1886.

ıf Grund des § 120 Absatz 3 und des § 139a Absatz 1 der Gewerbeordnung hat der
srath folgende Vorschriften über die Einrichtung und den Betrieb der Bleifarben- und
zerfabriken erlassen:

1. Sämmtliche Arbeitsräume der Anlagen, in welchen Bleifarben oder Bleizucker her-
werden, müssen geräumig und hoch hergestellt, kräftig ventilirt, feucht und rein gehalten
Das Eintreten bleihaltigen Staubes sowie bleihaltiger Gase und Dämpfe in dieselben
rch geeignete Vorrichtungen verhindert werden.

2. Staub entwickelnde Apparate müssen an allen Fugen durch dicke Lagen von Filz oder
zeug oder durch Vorrichtungen von gleicher Wirkung so abgedichtet sein, dass das Ein-
des Staubes in den Arbeitsraum verhindert wird. — Apparate dieser Art müssen mit Ein-
gen versehen sein, welche eine Spannung der Luft in denselben verhindern. Sie dürfen erst
öffnet werden, wenn der in ihnen entwickelte Staub sich abgesetzt hat und völlig abgekühlt ist.

3. Beim Trockenmahlen, Packen, Beschicken und Entleeren der Glätte- und Mennige-
eim Mennigebeuteln und bei sonstigen Operationen, bei welchen das Eintreten von Staub
Arbeitsraum stattfinden kann, muss durch Absauge- und Abführungsvorkehrungen an der
sstelle die Verbreitung des Staubes in den Arbeitsraum verhindert werden.

4. Arbeitsräume, welche gegen das Eindringen bleihaltigen Staubes oder bleihaltiger
d Dämpfe durch die in den §§ 1 und 2 vorgeschriebenen Einrichtungen nicht vollständig
zt werden können, sind gegen andere Arbeitsräume so abzuschliessen, dass in die letzteren
Gase oder Dämpfe nicht eindringen können.

5. Die Innenflächen der Oxydir- und Trockenkammern müssen möglichst glatt und
rgestellt sein. Die Oxydirkammern sind während des Behängens und während des Aus-
s feucht zu erhalten. — Der Inhalt der Oxydirkammern ist, bevor die letzteren nach
gung des Oxydationsprocesses zum Zweck des Ausnehmens betreten werden, gründlich zu
uchten und während des Entleerens feucht zu erhalten. Ebenso sind Rohbleiweiss-
e während der Ueberführung nach dem Schlemmraum und während des etwaigen Lagerns
selben feucht zu halten.

6. Beim Transporte und bei der Verarbeitung nasser Bleifarbenvorräthe, namentlich
chlemmen und Nassmahlen, ist die Handarbeit durch Anwendung mechanischer Vorrich-
so weit zu ersetzen, dass das Beschmutzen der Kleider und Hände der dabei beschäftigten
r auf das möglichst geringe Maass beschränkt wird. — Das Auspressen von Bleiweiss-
n darf nur vorgenommen werden, nachdem die in letzterem enthaltenen löslichen Bleisalze
ausgefällt sind.

7. In Anlagen, welche zur Herstellung von Bleifarben und Bleizucker dienen, darf
lichen Arbeitern die Beschäftigung und der Aufenthalt nicht gestattet werden. Arbeite-
dürfen innerhalb derartiger Anlagen nur in solchen Räumen und nur zu solchen Ver-
gen zugelassen werden, welche sie mit bleiischen Producten nicht in Berührung bringen.

8. Der Arbeitgeber darf in Räumen, in welchen Bleifarben oder Bleizucker hergestellt
rpackt werden, nur solche Personen zur Beschäftigung zulassen, welche eine Bescheini-
ines approbirten Arztes darüber beibringen, dass sie weder schwächlich, noch mit Lungen-,
- oder Magenleiden oder mit Alkoholismus behaftet sind. Die Bescheinigungen sind zu
ln und aufzubewahren und dem Aufsichtsbeamten (§ 139b der Gewerbeordnung) auf Ver-
vorzulegen. . . u. s. w. (vgl. J. 1886, 351; 1888, 520).

Chromverbindungen.

Zur Herstellung von Natriumdichromat, $Na_2Cr_2O_7$ [1]), wird feingemahlener
neisenstein meist unter Zusatz von Kalk und Soda bei Luftzutritt geröstet.

$$2FeCr_2O_4 + 4Na_2CO_3 + 7O = Fe_2O_3 + 4Na_2CrO_4 + 4CO_2.$$

1) Die Fabrikation von Alkalichromaten wurde Anfang der 80er Jahre ungefähr gleich-
von zwei deutschen Fabrikanten, Römer und Neuhaus, aufgenommen, nachdem die

Der Zusatz von Aetzkalk ist beim Arbeiten im Grossen unerlässlich, indem Zusammenfliessen der Soda bei der zur Röstung erforderlichen hohen Temperat hindert und der Masse eine poröse Beschaffenheit ertheilt, ohne welche der Zut Luft zu den einzelnen Theilchen des Gemenges nur unvollkommen stattfinden Man verwendet z. B. auf 4,5 Th. Erz 7 Th. gebrannten Kalk und 2,25 Th. carbonat bez. 6 Th. Erz, 3 Th. Kreide und 3 Th. calcinirte Soda oder 9 Th. Ch 3 Th. Kreide, 3 Th. Soda. (Vgl. J. 1886, 345; 1894, 535.) Im Allge erweisen sich Mischungen mit hohem Kalk- und niedrigem Sodagehalt am güns und gelingt die beinahe vollständige Aufschliessung des Chromeisensteins selbs wenn erheblich weniger Soda vorhanden ist, als der obigen Gleichung entspricht, in diesem Fall eine entsprechende Menge von Calciumchromat entsteht, wie diese Atcherley angedeutet hat. — Das Rösten wird in aus feuerfestem Material er Flammöfen von verschiedener Bauart vorgenommen. Eine zweckentsprechend struction zeigen nach Häussermann (J. 1893) Fig. 529 bis 534, welche ein geänderten Bicheroux-Ofen darstellen. Die aus dem Generator aufsteigenden mischen sich in über demselbe gebrachten Ve nungskammer r durch zwei wagrechter S zuströmenden, wärmten Secun und verbrenn dem anstossende einem Gewölbe spannten Flamm welchen sie vor nach hinten ziehen, den grö Theil ihrer Wär das auf der Her 10 cm hoch lag Material abge An dem hinteren des Flammraume den die Gase eine in der Her ausgesparte Oe abwärts und in darunter gele Kanal geführt welchem sie si der entgegenges Richtung nach dem Schornstein zu bewegen. Hierbei umspülen sie die S wände sowie die Decke des in der Längsachse des Ofens eingebauten Wärmespe und erhitzen die durch diesen einziehende Secundärluft vor ihrem Eintritt in die

Fig. 529.

Fig. 530.

Fig. 531.

Fig. 532.

Fig. 533.

Fig. 534.

Regeneration des bei der Alizarinfabrikation abfallenden Chromoxyds schon früher im betrieben worden war. 1883 folgte dann die Silesia in Saarau, und 1888 die Chemi Fabrik Griesheim in Griesheim a. M.

ungskammer auf eine Temperatur von 300 bis 400°. Mit einem Aufwand von 45 hk guter Steinkohle können rund 25 hk Erz innerhalb 24 Stunden durchgesetzt n. — Zum Beschicken des Ofens wird zunächst $^1/_3$ der Tagesoperation auf der unter dem Fülltrichter gelegenen Terrasse ausgebreitet, von wo aus es nach nden auf die mittlere Abtheilung und dann nach weiteren 8 Stunden auf die an die brücke stossende Herdfläche gelangt, während der Rest der Post in entsprechender nachgegeben wird. Die Temperatur soll an der Stelle, an welcher die Gase nach unteren Kanal abziehen, annähernd die Aluminiumschmelzhitze erreichen, während rect hinter der Feuerbrücke nicht erheblich unterhalb der Goldschmelzhitze liegen Unter diesen Bedingungen geht der Oxydationsprocess auch bei geringem Sauerberschuss der Feuergase ziemlich lebhaft von statten, und gelingt es bei sorgfältiger t verhältnissmässig leicht, ein Röstgut zu erzielen, welches nur noch etwa 1 Proc. egriffenes Erz enthält.

Zum Zwecke der Trennung der Chromate von dem gleichzeitig entstandenen Eisen- u. dgl. wird das Röstgut zunächst mit einer wässerigen Sodalösung ausgelaugt. ie Umsetzung zwischen Calciumchromat und Natriumcarbonat nur bei Gegenwart berschüssigem Alkali und einer 100° übersteigenden Temperatur rasch und vollig vor sich geht, setzt man der Masse nach dem Uebergiessen mit etwa dem lten Gewicht Wasser (bez. Waschwässern) ungefähr 5 Proc. mehr Soda zu, als e Bildung des Natriumsalzes erforderlich ist, und erhitzt dann das Ganze 2 bis nden lang auf 120 bis 130°.

Die von der Filterpresse ablaufenden Flüssigkeiten, welche freies Natriumhydrat neutralem Chromat enthalten, werden zunächst in eisernen Pfannen auf ein spec. cht von etwa 1,5 concentrirt. In diesem Zustande werden die noch heissen Laugen, elchen beim Erkalten die Verbindung $Na_2CrO_4 + 10H_2O$ auskrystallisiren würde, ichromat verarbeitet. Die S ä u e r u n g besteht darin, dass zu der concentrirten e eine zum Neutralisiren des Natronhydrats, sowie zum Ueberführen des n e u t r a l e n m a t s in D i c h r o m a t ausreichende Menge Schwefelsäure von etwa 80 Proc. lt an H_2SO_4 gegeben wird:

$$2Na_2CrO_4 + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + Na_2Cr_2O_7 + H_2O.$$

Unter den angegebenen Bedingungen scheidet sich der grösste Theil des Sulfats in wasser- Form als schwer löslicher Niederschlag ab, während das Dichromat in Lösung bleibt. Das en der Lauge und der Schwefelsäure wird in eisernen, mit Dampfmantel versehenen und mit Blei ausgekleideten Gefässen vorgenommen. Vor dem Zugeben der Säure, welche chst frei von reducirenden Verunreinigungen, wie Arsenigsäure, Stickstoffoxyden u. s. w. uss, wenn Verluste an Chromsäure vermieden werden sollen, wird die Lauge erwärmt, um Ausscheidung von neutralem, in festem Zustand nur schwierig zersetzbarem Chromat vorgen. Hierauf lässt man unter beständigem Umrühren so lange Schwefelsäure einfliessen, ne herausgenommene Probe das Vorhandensein freier Chromsäure erkennen lässt, wozu man m besten des Jodkaliumstärkepapiers bedient. Der Säureüberschuss muss durch Neutra- mit alkalischer Lauge genau ausgeglichen werden, da bei Gegenwart freier Chromsäure päter folgende Concentriren der Flüssigkeit nicht ohne Nachtheil in Eisen vorgenommen n kann. Nach dem Decantiren der auf etwa 50° abgekühlten Dichromatlösung wird das n Säuerungsgefäss zurückgebliebene Sulfat ausgeschleudert und durch Umkrystallisiren u. s. w. er noch anhängenden Mutterlauge befreit.

Zum Abdampfen der aus der Schleuder ablaufenden Flüssigkeit bedient man sich guss- ler, mit directer Feuerung versehener Kessel, wie solche zum Einkochen der Natronlauge uchlich sind. Zunächst scheiden sich noch erhebliche Mengen von Sulfat ab, welche aus- gt und mit dem direct gefällten Salz zusammen aufgearbeitet werden. Bei fortgesetztem en findet eine theilweise Reduction von Dichromat durch das Eisen statt, in deren Folge das r ausfallende Sulfat einen mehrere Procente betragenden Gehalt an unlöslichen Verbindungen . Sobald das spec. Gew. von 1,7 erreicht ist, wird die Flüssigkeit, welche jetzt etwa 1650 g umdichromat im Liter enthält, heiss filtrirt und zur Krystallisation gebracht. Je nachdem das Filtrat kaltrührt, oder aber in grossen, ganz angefüllten Behältern langsam und ohne hütterung abkühlen lässt, erhält man das Dichromat in Form feiner orangerother Nadeln

oder grosser, dem Kaliumsalze ähnlicher Krystalle, welche nach dem Abschleudern und T
bei 40° bis 50° 2 Mol. Krystallwasser enthalten. Der Gehalt guter Handelswaare an Na_2C
$2H_2O$ schwankt zwischen 98 bis 99 Proc.; der Rest besteht im Wesentlichen aus Natriu
nebst Spuren von Eisenoxyd und Thonerde. — Beim Liegen an der Luft zieht das Salz
an und verändert dadurch wie auch durch Austrocknen seinen Titre, während das Kal
sich bekanntlich durch Luftbeständigkeit auszeichnet. Dieser Nachtheil wird jedoch
den billigeren Preis und durch die leichtere Löslichkeit in Wasser aufgewogen, und k
nicht zweifelhaft sein, dass das Natriumsalz mit der Zeit das Kaliumsalz beinahe vollstän
drängen wird.

Die Ausbeute an Natriumdichromat aus dem in Arbeit genommenen Chromeis
beträgt auch bei sorgfältiger Arbeit nur etwa 90 Proc. der theoretischen.

Kaliumdichromat, $K_2Cr_2O_7$, wird durch Umsetzen von Natriumdichron
Chlorkalium in wässeriger Lösung gewonnen:

$$Na_2Cr_2O_7 + 2KCl = K_2Cr_2O_7 + 2NaCl.$$

Die Isolirung der entstehenden Producte geschieht auf Grund ihrer verschi
Löslichkeitsverhältnisse. Die Concentration der heiss zu mischenden Lösungen i
vornherein so zu wählen, dass das schwer lösliche Kaliumsalz beim Erkalten mö
vollständig ausfällt, und dass das Chlornatrium grösstentheils gelöst bleibt.
erweisen sich Lösungen von etwa 1500 g $Na_2Cr_2O_7 + 2H_2O$ bez. 300 g KCl im
am geeignetsten und verfährt man zweckmässig in der Weise, dass man die Chlork
lauge unter beständigem Umrühren zu der in einem eisernen Gefäss befindlichen Ch
lösung fliessen lässt, worauf sofort die Umsetzung bez. die Ausscheidung des Dich
in Form eines krystallinischen Niederschlages vor sich geht. Das Rohsalz wi
schleudert und zur Entfernung des anhängenden Chlornatriums umkrystallisirt.
die bekannten grossen Krystalle zu erhalten, stellt man Lösungen von etwa
$K_2Cr_2O_7$ im Liter her und lässt diese nach dem Filtriren bez. Decantiren von etw
gefallenen Verunreinigungen in gut umhüllten Behältern erkalten. Die vo
Krystallen getrennte Mutterlauge wird wieder zum Lösen neuer Mengen Rohsa
nutzt, während die bei der Herstellung des Rohsalzes abfallende Flüssigkeit, in w
unter den angegebenen Verhältnissen auf 100 Th. Chlornatrium etwa 22 bis 2
Dichromat enthalten sind, concentrirt wird. In der Hitze scheidet sich zunächst chr
haltendes Kochsalz aus; beim Erkaltenlassen der concentrirten, ein spec. Gewicl
1,38 zeigenden Lauge schiesst dagegen Kaliumdichromat an. Beide Producte w
durch Auslaugen bez. Umlösen gereinigt und der in den Endlaugen bleibende Re
Chromat durch reducirende Stoffe in Form von Chromhydroxyd abgeschieden. —
letzten Antheile von Chromat, deren Isolirung aus den verschiedenen Mutterlaugen
mehr lohnend ist, werden vielfach in der Weise zu gute gemacht, dass man diese F
keiten mit einem alkalischen Reductionsmittel, wie Natriumsulfhydrat u. s. w., ve
und den Niederschlag mittels Filterpressen abscheidet. Der nach dem Auswa
hinterbleibenden, etwa 20 Proc. Chromoxyd haltenden Paste wird nach dem An
mit Wasser so viel Kalkbrei zugemischt, dass das Verhältniss von Cr_2O_3 zu Ca
nähernd 1 : 1,5 entspricht. Die abgepresste und in Kuchenform gebrachte Mass
dann nach dem Trocknen so lange auf gelinde Rothglut erhitzt, bis sie gleichmässi
gefärbt erscheint und eine Probe nach dem Lösen in verdünnter Säure einen Geha
etwa 36 Proc. CrO_3 zeigt, worauf man das Röstgut aus dem Ofen zieht und mit
lösung auslaugt.

Die Solvaywerke (J. 1895) empfehlen die Aufschliessung mit Natriumferrit: Na_2
Röstet man ein Gemisch aus Chromeisenstein (Ferrochromit), Alkalicarbonat, z. B. Soc
Eisenoxyd, so tritt zunächst dieses in Reaction mit der Soda unter Bildung von Natriun
worauf dieses in Folge seiner kräftigen Alkalinität auf das Ferrochromit spaltend ei
und dabei selbst zerfällt, so dass sich Natriumchromit bildet unter Freiwerden des
gehaltes des Natriumferrits, sowie des Eisenoxydulgehaltes des Ferrochromits. Das Na
chromit sowie das Eisenoxydul oxydiren sich mit dem Sauerstoff der Luft bez. zu Na

at und Eisenoxyd. Das Auslaugen der Röstmasse hinterlässt nunmehr einen Rückstand, rwiegend aus Eisenoxydhydrat und Eisenoxyd mit dem unzersetzten Erzrest besteht und Betrieb zurückgeführt werden kann [1]).

Das in den Theerfarbenfabriken in grossen Mengen abfallende Chromoxyd wird eberführung in Chromat mit Kalk im Drehofen (sog. Revolver) erhitzt, oder aber fen, deren Sohle auf schwacher Rothglut erhalten wird. Der seitlich durch einige ungen eintretende atmosphärische Sauerstoff wird leicht aufgenommen.

Zur elektrolytischen Regenerirung von Chromsäure aus Chrom- kann man nach Angabe der Farbwerke Höchst (J. 1899) etwa 100 g und 350 g H_2SO_4 mit Wasser zu 1 *l* auffüllen. Mit dieser Lösung füllt man l die Anoden- wie die Kathodenseite eines mit Diaphragma versehenen ausgebleiten ses. Als Elektroden dienen Bleiplatten. Durch die Wirkung des Stromes wird er Anodenseite Chromsäure gebildet, während an der Kathode Wasserstoff ent- lt wird. Ausserdem tritt eine Concentrationsverschiebung der Schwefelsäure auf n Seiten ein, auf der Anodenseite nimmt sie zu, auf der Kathodenseite ab. Die er Anodenseite oxydirte Lauge kann ohne Weiteres in die Fabrikation genommen en, geht dabei wieder in Chromoxyd über und kommt dann auf die Kathodenseite, end die erste Kathodenlauge jetzt Anodenlauge wird. Die Kathodenlauge ist bei weiten Operation anfangs reicher an Schwefelsäure als die Anodenlauge, beim hleiten des Stromes wandert jedoch der Ueberschuss der ersten zur zweiten. Die nung beträgt bei einer Stromdichte von über 300 Amp. auf 1 qm kaum 3,5 Volt twa 50°.

Nach Regelsberger (J. 1899) wird bei der Oxydation in alkalischer Lösung este Stromausnutzung erreicht, wenn in einer fast gesättigten Alkalichloridlösung stets l Chromoxyd erhalten wird, als dem angewandten Strom in der Zeiteinheit äqui- t ist, wobei natürlich für eine gute Vertheilung des Chromoxyds Sorge zu tragen Die entstehende Chromsäure ist als Bichromat gebunden und lässt sich als solches ich weit in der Lösung anreichern ohne bedenkliche, wenn auch merkliche Herab- erung der Stromausbeute. Bei Anwendung von KCl als Hilfselektrolyten krystalli- nach genügender Ansammlung Kaliumbichromat aus der heissen Lösung in ter Form aus, während Natriumbichromatlösungen zuvor durch Aus- en vom grössten Theil ihres Chlornatriumgehaltes befreit werden müssen. — Ein hragma ist hierbei nicht erforderlich. Vortheilhafter erscheint aber die Oxydation urer Lösung, sobald ein geeignetes Diaphragma gefunden ist.

Anwendung. Die Alkalichromate dienen zur Darstellung von Bleichromat und ähn- n Mineralfarben, in der Färberei, im Zeugdruck, zum Bleichen von Palmöl und ähnlichen n. Grosse Mengen von Kaliumchromat werden zur Fabrikation von Anilinviolett, Anilin- und von Alizarin aus Anthracen verwendet. Eine Mischung von Kaliumdichromat und (Chromleim) dem Lichte ausgesetzt, wird derart verändert, dass die vom Lichte getroffenen en im Wasser unlöslich geworden sind; von dieser Eigenschaft macht man in der Photo- nie Gebrauch.

Bleichromat. Für die Darstellung von Bleichromaten werden verwendet: acetat (Bleizucker), Bleinitrat, Chlorblei; von unlöslichen Bleiverbindungen: Blei- l (Bleiglätte), Bleiweiss, Bleisulfat. Die besten Chromgelbe werden aus Bleiacetat lten; kein anderes Bleisalz ermöglicht die Herstellung einer so grossen Ab- nselung von Tönen und so verschiedenartiger physikalischer Beschaffenheit, wozu weiterer Vorzug noch die grosse Einfachheit der Fabrikation kommt. Leider ver- et der Preis des Bleizuckers die ausschliessliche Anwendung desselben, da die daraus gestellten Farben sich verhältnissmässig sehr hoch stellen.

1) Unfallverhütungsvorschriften J. 1897, 552.

Kosten 100 k Bleiglätte 35 Mark, so stellen sich nach Weber (J. 1891) bei einem von technischer 30proc. Essigsäure 25 Mark für 100 k, 60proc. Salpetersäure 26 Mark für 100 k PbO in der zur Chromgelbfabrikation geeigneten Form:

	100 k PbO
Essigsaures Blei (Bleizucker), Handelsproduct 56 Mark für 100 k	96 Mark
Essigsaures Blei, dargestellt in Lösung für Selbstverbrauch . .	80 „
Bleinitrat, Handelsproduct, 50 Mark für 100 k	75 „
Bleinitrat, dargestellt in Lösung für Selbstverbrauch	64 „
Basisches Acetatverfahren	51 „
„ Chlorbleiverfahren	40 „
Bleiweissverfahren	55 „

Als Rührer bei Herstellung von Chromgelb empfiehlt Weber Flügelrühr „Brecher“. Es sind dies (Fig. 535 und 536) hölzerne Bohlen, welche senkre den Rührflügeln in der Wand des Bottichs befestigt und je auf einer Seite a destens zwei Stellen gegen den Druck d rührten Masse kräftig versteift sind. Brecher gehen vom Rande des Bottichs b nahe auf den Flügelrührer, von dem sie 4 b abstehen, so dass die Rührflügel ohne (darunter durchgehen können. Das Flüg werk wird dadurch zum wirksamsten apparat für alle schweren oder leichten N schläge.

Fig. 535. Fig. 536.

Normales Bleichromat, $PbCrO_4$, welches nach der Gleichung

$$2\,Pbxx + K_2Cr_2O_7 + H_2O = 2\,PbCrO_4 + 2\,Kx + 2\,Hx$$

entsteht, ist wenig beständig. Wird das Chromgelb von der Formel $PbCrO_4$ im Sin Gleichung

$$2\,Pbxx + K_2Cr_2O_7 + \frac{Na_2CO_3}{n} = 2\,PbCrO_4 + 2\,Kx + \frac{2\,Nax}{n} + \frac{CO_2}{n}$$

dargestellt, d. h. wird die Bildung freier Säure ganz oder zum grössten Theil unterdrü zeigt das Gelb viel weniger Neigung zum Umschlagen. Der Gleichung würde folgende Vor entsprechen:

105 Bleiacetat (5 Proc. Ueberschuss),
38 Kaliumbichromat,
12 calcinirte Soda.

Das Verfahren zur Darstellung von helleren Chromgelben besteht in der gleichze Fällung von Bleisalzen mit Lösungen, welche Chromate und Sulfate bez. Schwefelsäure ge enthalten. Je mehr Schwefelsäure eine solche Lösung im Verhältnisse zu Chromat enthält heller ist der Ton des erhaltenen Gelbes. Diese Gelbe enthalten also neben Bleichroma mehr oder weniger Bleisulfat und lassen sich durch gleichzeitige Fällung dieser beiden Chromgelbe erzeugen, deren Darstellung aus Bleisalzen und Chromaten allein unmöglich

Nach Göbel (J. 1899) wird vielfach angenommen, diese Chromgelbs seien eine chem Verbindung von 1 Mol. $PbCrO_4$ und 1 Mol. $PbSO_4$. Dass diese Annahme irrig ist, ergib daraus, dass eine weit geringere Menge $PbSO_4$, als diese Theorie verlangte, genügt, um die traction des Bleichromates zu verhindern. Dieses Gemenge aus neutralem Bleichromat un sulfat kann man statt aus neutralem Bleiacetat auch aus mehr oder minder basischem Blei (Bleiessig) darstellen, indem man die Lösung des Bichromates mit etwas mehr Schwefe versetzt, als zur Bindung des in Oxydform vorhandenen Bleies nothwendig wäre. Da da sich im basischen Acetat billiger stellt als im neutralen, so wird diese Darstellung in der I bevorzugt. Das Mitfällen von schwefelsaurem Blei bei den hellen Chromgelbs wird derma als selbstverständlich angesehen, dass man solche Gelbs, sofern kein Zusatz von Schwer Gyps o. dgl. vorhanden ist, als chemisch rein bezeichnet. — Derartige Zusätze werden nat in grossen Mengen gemacht bei diesen, sowie den folgenden Chromfarben, mit Ausnahm Chromroths, das stets wirklich chemisch rein in den Handel kommt. Man verfährt dab dass man das Substrat, Schwerspath o. dgl. in der Lösung des Bleisalzes mit einem Rühr gut aufrührt und dann die Chromatlösung zusetzt, wodurch der fremde Zusatz durch das geb Bleichromat vollständig eingehüllt wird, was für Deckkraft und Feuer weit vortheilhafter i Einrühren nach erfolgter Fällung. Die Gelbs mit nur schwach orangem Stich lassen sich

der Bleizuckerlösung mit Bichromat darstellen, wobei ein kleiner Ueberschuss von Blei- nothwendig ist, oder man kann auch an Stelle des Bleizuckers eine dem Bleigehalt ent- ende Menge eines basischen Bleiacetats verwenden. Je grösser die Verdünnung, je niederer nperatur, je heftiger das Rühren und je schneller das Auswaschen, desto reiner und feuriger ancen.

Ein der Formel $PbCrO_4 + PbSO_4$ entsprechendes Chromgelb kann nach Weber auf ver- ene Weise hergestellt werden und zeigt den verschiedenen Darstellungsweisen entsprechende chiede für welche eine Erklärung bis jetzt fehlt. Diese Chromgelbe besitzen alle obige mensetzung, zeigen aber grosse Verschiedenheit unter einander, nicht nur in der Nüance, n auch in der Deckkraft:

I.		II.		III.	
0	$Pb(C_2H_3O_2)_2$, 3aq	400	$Pb(C_2H_3O_2)_2$, 3aq	400	$Pb(C_2H_3O_2)_2$, 3aq
3,75	$K_2Cr_2O_7$	73,75	$K_2Cr_2O_7$	73,75	$K_2Cr_2O_7$
9	H_2SO_4	166,5	$Al_2(SO_4)_3$, 18aq	71	Na_2SO_4

IV.		V.	
400	$Pb(C_2H_3O_2)_2$, 3aq	400	$Pb(C_2H_3O_2)_2$, 3aq
73,75	$K_2Cr_2O_7$	73,75	$K_2Cr_2O_7$
26,5	Na_2CO_3	26,5	Na_2CO_3
166,5	$Al_2(SO_4)_3$, 18aq	71	Na_2SO_4

Vergleicht man die nach obigen Vorschriften, bei gleicher Concentration der Lösungen eicher Temperatur gefällten Chromgelbe, so fällt sofort ein erheblicher Unterschied des in die Augen; es zeigt I. die hellste, V. die dunkelste Färbung, während II. bis IV. en diesen beiden liegen. Ebenso auffallend sind die physikalischen Verschiedenheiten: uch und die Dichte. I. bildet harte und spröde Stücke, die einen glatten Bruch zeigen, chaften, welche von II. nach IV. fortschreitend abnehmen und schliesslich (in V.) ein von flockiger, fast schwammiger Beschaffenheit und filzigem Bruche aufweisen. Bei r Färbung eignen sich die nach I. zu liegenden Gelbe mehr für Druck (Kattun-, Litho- e-, Buchdruck, Tapeten und Buntpapier), während die nach V. zu liegenden Gelbe sich für die Verwendung in Oel (Anstrichfarben) eignen. — Die Ursache dieser Verschieden- ist in der wechselnden, von I. zu V. abnehmenden Acidität der Fällungsgemische hen.

Chromorange. Chromgelb gibt an ätzende und kohlensaure Alkalien Chrom- ab und geht in Orange über. Unter Berücksichtigung der gewöhnlichen Bildungs- l für normales Chromgelb

$$Pb(C_2H_3O_2)_2 + Na_2CrO_4 = PbCrO_4 + 2NaC_2H_3O_2$$

es nahe, die directe Darstellung der Chromorange nach der allgemeinen Gleichung

$$[Pb(C_2H_3O_2)_2 + nPbO] + Na_2CrO_4 = PbCrO_4, nPbO + 2NaC_2H_3O_2$$

mit Lösungen von basisch essigsaurem Blei zu bewerkstelligen. Der Werth von n ger Gleichung kann dabei jede Grösse von 2 abwärts annehmen. Ist n = 1, so as erhaltene Orange die Zusammensetzung $Pb_2(OH)_2CrO_4$, entspricht also in der mmensetzung dem basischsten Chromgelb, das als Farbstoff dargestellt wird, dem omroth. Indessen kann auch n = 2 in jener Gleichung gesetzt werden, die dann zur Vermeidung überschüssigen Bleioxydes, das die Nüance trübe machen e, folgende Form annehmen muss:

$$b(C_2H_3O_2)_2, 2PbO + 1^1/_2Na_2CrO_4 = 1^1/_2PbCrO_4, {}^1/_2Pb(OH)_2 + 2NaC_2H_3O_2 + NaOH,$$
$$(C_2H_3O_2)_2, 2Pb(OH)_2 + 1^1/_2Na_2CrO_4 = 1^1/_2[PbCrO_4, Pb(OH)_2] + 2NaC_2H_3O_2 + NaOH.$$

wird also noch Aetznatron frei, welches aber vortheilhaft wirkt, denn obgleich eine sche Wirkung desselben, etwa Entziehung von Chromsäure, nicht stattfindet, übt dasselbe eine entschieden günstige Wirkung aus, indem das nach dieser Gleichung erzeugte Chrom- e bei weitem dunkler und feuriger ausfällt, als wenn dessen Entstehung vermieden wird. rkenswerth ist aber, dass die Darstellung von Chromorange nach dieser oder der vorher- den Gleichung erhöhte Temperatur, ungefähr 80°, erfordert, da sonst nur ein eigenthüm- fuchsiges und trübes Gelbroth entsteht. Es scheint nach Weber, als ob sich bei diesem sse die Chromorangebildung so vollzöge, dass zuerst nur das Gelb $PbCrO_4$ gebildet wird, freiem Bleioxydhydrat, welches dann in der Hitze genau wie die Aetzalkalien wirkt und gebildeten Chromgelb unter Bildung des rothen Chromorange die Hälfte der Chromsäure eht. In der That bemerkt man, wenn die Fällung in der Kälte vollzogen wird, die Aus-

scheidung von normalem Chromgelb mit seiner charakteristischen Farbe, aber sehr augenscheinlich durch freies Bleioxyd. Bei längerem Stehen, sehr rasch durch Erhitzen verwandelt sich das Gemenge in das rothe Chromorange.

Nach Göbel (J. 1899) hat man es bei Herstellung von Chromorange Hand, die Färbung mehr oder weniger rothstichig zu machen, indem man ein me minder basisches Acetat verwendet, wobei man das zu verwendende Bichromat den Bleizucker berechnet, wodurch ein mehr oder weniger basisches Chromat e oder in concentrirterer Lösung und bei höherer Temperatur arbeitet. Das b Bleiacetat bereitet man sich nach Belieben durch Kochen der Bleizuckerlösung m glätte. Ausgesprochene Orange-Nüancen erhält man, wenn man stark basisches verwendet, sehr concentrirt bei etwa 50° arbeitet und das Bichromat vor der V dung mit Soda neutralisirt. — Weitaus die grössten Schwierigkeiten bereitet d stellung eines schönen, feurigen, blaustichigen Roths. Schon bei den C steigert sich der rothe Stich mit der Basicität des Productes und der durch Tem und Concentration erzeugten grösseren Dichte. Im Chromroth nun haben hochgradiges basisches Bleichromat, dessen Structur krystallinisch ist, und zwar Farbe um so blaustichiger und feuriger, je derber ausgebildet die Krystall Während die Darstellung des Chromroths aus Bleizucker oder Bleinitrat eine un liche und unsichere ist, gelingt es bei einiger Uebung leicht, aus Bleicarbonat bez. ein stets gleichmässig schönes und feuriges Roth zu erzielen. Beim Arbeiten mi zucker ist es nothwendig, zuerst durch Fällung mit Chromat ein Gelb oder Ora erzeugen und dieses durch Kochen mit Aetzlauge oder Verschmelzen mit Salp Chromroth zu verwandeln.

Zur vortheilhaften Herstellung von Chromroth wird nach Göbel Bl mit Wasser feingerieben. Diesen dicken Brei erhitzt man dann durch Einleite directem Dampf zum Kochen, setzt die für die Nüance des einmal aufgestellten ausprobirte Mischung von Chromat und Aetznatron zu und hält 1 bis 2 Stunden lindem Sieden, wobei der Dampf das Rühren besorgen muss, da jedes mecha Rühren die Bildung derber Krystalle stört und dadurch den gewünschten blauen verhindert. Sobald man sich überzeugt hat, dass in einer auf Papier gebr kleinen Probe keine weissen Punkte von unverändertem Bleiweiss mehr nachw sind, unterbricht man das Kochen und wäscht den Niederschlag durch Decanti lange aus, bis die abfallenden Laugen kein Chromat mehr enthalten, da das Chro sonst beim Trocknen einen unangenehmen braunen Stich bekommt. Um das Fe erhöhen, kann man dann noch einmal auswaschen unter Zusatz einer kleinen Schwefelsäure. — Ebenso schön und noch billiger als aus käuflichem Bleiweiss e man das Chromroth aus dem als Abfallproduct erhältlichen Bleisulfat, Teigform verkauft wird. Man stellt sich daraus ein sehr leicht reagirendes bas Carbonat her, indem man es durch mehrtägige Behandlung mit Soda und etwas N lauge unter Benutzung eines mechanischen Rührwerkes umsetzt, bis kein Bleisulfat vorhanden ist, und durch Decantiren gut auswäscht, dann verfährt man genau, w Bleiweiss angegeben.

Chromgrün aus Chromgelb. Hierfür kann das Blau dem Chromgelb ent nach der Fällung zugemischt oder vor der Fällung der Lösung des Bleisalzes zug werden. Letztere Methode gibt bessere Resultate und die so erzeugten Grüne be einen hohen Grad von Echtheit, erfordern aber viel Berlinerblau. Die Lösun Berlinerblau ist unstreitig die beste Form, in welcher dasselbe in der Chrom fabrikation zur Anwendung gelangen kann. Vogel rührt das zu verwendende Be blau mit Wasser zu einem dünnen Brei an und kocht dann mit ungefähr 10 Proc. Trockengewicht des Blaues) Oxalsäure, bis vollständige Lösung erzielt ist. Zu

g wird nach zuvorigem weiteren Verdünnen die Lösung des Bichromates gegossen
e vorbereitete Bleizuckerlösung mit dem Gemisch gefällt (J. 1891, 490).

Zinkchromat, Zinkgelb. Während man im Stande ist, Chromgelbe zu er-
n, deren Ton vom zartesten Citrongelb bis Granatroth alle Schattirungen durch-
, ist die Farbenscale der Zinkgelbe sehr beschränkt, so dass dieselben über einen
en Ton, ein zartes, aber sehr feuriges Gelb nicht hinauskommen. In der Deck-
stehen die Zinkgelbe den Chromgelben sehr nach, haben aber den Vortheil grösserer
beständigkeit und nicht so hoher Giftigkeit vor den letzteren voraus. Mehr als
pc. des in deutschen Fabriken producirten Zinkgelb werden mit Pariserblau (Stahl-
auf Zinkgrün verarbeitet, für die Verwendung in Oel. — Das gegenwärtig ver-
te Verfahren für die Darstellung von Zinkgelb liefert Producte, deren färbender
il aus $(ZnCrO_4)_3 . K_2CrO_7$ besteht, neben wechselnden Mengen von unverändertem
xyd. Diese Gelbe sind also Doppelsalze von Zinkorthochromat und Kalium-
mat. Natriumbichromat ist nicht im Stande solche Doppelsalze zu bilden und
ner für die Fabrikation von Zinkgelben dieser Art überhaupt nicht verwendbar
891, 485).

Chromoxydfarbstoffe: Arnaudonsgrün, Plessysgrün, Schnitzer-
, Guignetsgrün. Chromoxyd als solches findet als Farbe keine Anwendung,
Product von schönem Ton nur aus chromsaurem Quecksilberoxydul oder einem
sch von Ammoniumbichromat und Pikrinsäure erhalten werden kann; bei dem
dieser Stoffe ist deren technische Verwendung ausgeschlossen. Von den Chrom-
ydraten ist das Guignetsgrün, $Cr_2O(OH)_4$, das einzige, das sich als Farbe
ehlt. Seine hervorragendsten Eigenschaften, neben seinem prächtigen Ton, be-
in seiner völligen Unveränderlichkeit im Licht und in seiner Indifferenz gegen
sche Einflüsse aller Art. Zufolge dieser hervorragenden Eigenschaften wird das
etsgrün überall da verwendet, wo die Echtheit und Beständigkeit in erster Linie
ksichtigt werden, also für Banknotendruck, Chromolithographie, Tapeten- und
ndruck.

Die Darstellung des Guignetsgrüns geschieht durch Zusammenschmelzen von
mbichromat und Borsäure in schwacher Rothglut:

$$K_2Cr_2O_7 + 16B(OH)_3 = Cr_2(B_4O_7)_3 + K_2B_4O_7 + 24H_2O + 3O;$$

Behandeln derselben mit Wasser zerfällt dieselbe in Chromoxydtetrahydrat
netsgrün) und Borsäure:

$$Cr_2(B_4O_7)_3 + 20H_2O = Cr_2O(OH)_4 + 12B(OH)_3.$$

ünglich wurde die Schmelzung der Mischungen von Bichromat und Borsäure in
nlichen Flammöfen bewirkt, gegenwärtig sind nur noch Retorten- oder Muffel-
im Gebrauche, in welchen sich die zur Reaction erforderliche Temperatur, welche
hen 500 bis 700° liegt, weit besser regeln und vor allem mit Leichtigkeit unter
halten lässt, bei welcher Temperatur die so gefährlichen „Rostflecke" sich zu
n beginnen, deren Auftreten in grösserer Menge stets gleichbedeutend ist mit einem
ist der Schmelze als Farbstoff.

Unter den zahlreichen Chromoxydverbindungen hat sich bislang, mit Ausnahme
hromoxydtetrahydrates, keine gefunden, die im Stande gewesen wäre, sich einen Markt zu
rn. Die Möglichkeit der Herstellung solcher Chromoxydverbindungen ist aber vorhanden
war scheinen die Chromphosphate die Richtung für erfolgreiches Suchen auf diesem
t anzugeben. Darauf deutet vor allem der Umstand hin, dass der wesentliche Bestandtheil
rnaudonsgrün, Plessysgrün und Schnitzersgrün Chromphosphat ist. Das
und letzte dieser Grüne ist zu theuer, als dass an dessen technische Herstellung gedacht
n könnte. Das Plessy'sche Verfahren besteht im Behandeln einer Lösung von Bichro-
nd doppeltphosphorsaurem Kalk mit Rohrzucker als Reductionsmittel, als welches aber
o gut der viel billigere Stärkezucker sich verwenden lässt. — Von erheblichem technischen
esse scheinen indessen die Chromkieselphosphate und deren Doppelsalze mit den Phosphaten

der alkalischen Erden. Es gelingt Farbstoffe darzustellen, die von ganz ausserordent Schönheit und Echtheit sind. (Vgl. J. 1891, 490.)

Dinglergrün ist ein Gemenge von phosphorsaurem Chromoxyd mit phosphors Kalk. Casaligrün wird erhalten durch Glühen von 1 Th. Kaliumdichromat und 3 Th. und Auskochen der geglühten Masse mit sehr verdünnter Salzsäure. (Vgl. J. 1885, 318.)

Chromalaun, $K_2Cr_2(SO_4)_4 + 24H_2O$, bildet sich als Nebenproduct bei der Fabril gewisser Theerfarben (Anilinviolett, Anilingrün, Anthracenroth). Er findet Anwendun Beize in der Färberei, zum Unlöslichmachen von Leim und Gummi, sowie zur Anfert wasserdichter Stoffe. Häufig stellt man daraus wieder Kaliumchromat dar.

Chromchlorid, Cr_2Cl_6, wird durch Zersetzen von Schwefelchrom mit Chlor darge es könnte als Farbe, besonders in der Buntpapierfabrikation, Anwendung finden, wenn es bi herzustellen wäre (J. 1883, 435). — Chromfluorid dient als Beize in der Färberei.

Basisch-chromsaures Eisenoxyd, $Fe_2(CrO_4)_3$, ist von Kletzinsky unter Namen Sideringelb als Aquarell- und rasch trocknende Oelfarbe empfohlen. Man st dar durch Erhitzen einer mit Kaliumdichromat versetzten Lösung von Eisenchlorid; es sc sich ein feurig gelbgefärbter Niederschlag aus.

Chromblau erhält man nach Garnier durch Schmelzen von 49 Th. Kaliumchr 65 Th. Flussspath und 157 Th. Kieselsäure in einem mit Kohlenstaub gefütterten T (J. 1891.)

Mangan- und Eisenverbindungen.

Braunstein, Mangansuperoxyd, MnO_2, dient zur Herstellung von Chlor, des B zum Entfärben und Färben des Glases, zu Töpferglasuren, zur Herstellung der Manganlegiru in der Färberei und Zeugdruckerei zur Erzeugung von Bisterbraun, zur Darstellung des mangansauren Kalis u. dgl.

Uebermangansaures Kalium oder Kaliumpermanganat, KM Zur Herstellung werden 500 k Kalilauge von 1,44 spec. Gewicht mit 105 k Ka chlorat eingedampft, während des Eindampfens mit 180 k gepulverten Braunstein mengt und das Erhitzen so lange fortgesetzt, bis die Masse ruhig fliesst; man rüh zum Erkalten. Die pulverige Masse wird nun in kleinen eisernen Kesseln zur I glut erhitzt, die erkaltete Masse zerschlagen, dann in einem Kessel mit viel Wass hitzt, darauf der Ruhe überlassen. Die vom ausgeschiedenen Mangansuperoxydh abgegossene klare Lösung wird zur Krystallisation abgedampft.

Beim Schmelzen der Mischung bildet sich Kaliummanganat und Chlorkalium

$$6MnO_2 + 2KClO_3 + 12KOH = 6K_2MnO_4 + 2KCl + 6H_2O.$$

Beim Auflösen zerfällt das mangansaure Kalium:

$$3K_2MnO_4 + 6H_2O = 4KOH + 2KMnO_4 + MnO_2 + 4H_2O.$$

Staedler will das mangansaure Kalium durch Chlor in übermangansaures führen:

$$2K_2MnO_4 + Cl_2 = 2KCl + 2KMnO_4.$$

Das Chlor lässt sich hierbei durch Brom ersetzen, wobei als Nebenproduct B kalium auftritt.

Die Chemische Fabrik auf Actien in Berlin leitet zur Herstellung übermangansauren Salzen durch eine wässerige Lösung eines mangansauren Salzes elektrischen Strom; es entsteht das Permanganat neben dem Hydroxyd des betreffe Metalles und neben freiem Wasserstoff.

Das Salzbergwerk Neu-Stassfurt (J. 1899) bringt die Elektroden in trennte Zellen oder Abtheilungen mit poröser Scheidewand, und zwar die Kathod Wasser, die Anode in die Lösung des betreffenden mangansauren Salzes. Beim Einl des elektrischen Stromes scheidet sich alsdann in der die Anode enthaltenden Abthei das übermangansaure Salz aus, während in der die negative Elektrode enthaltenden theilung das Hydroxyd des betreffenden Metalles unter Wasserstoffentwickelung

Um den Oxydationsprocess möglichst ohne Unterbrechung zu bewirken, das lihydroxyd in concentrirter Lösung und die Permanganate sämmtlich in fester ı zu gewinnen, bildet der nach unten zugespitzte Kasten *c* (Fig. 537) den Anoden-., in welchem die Kathodenzellen *b* auf Trägern befestigt oder aufgehängt werden. Kathodenzellen bestehen aus langen, ıalen Kästen mit porösen Wänden, welche Diaphragmen wirken. An den Längsn der Kathodenzellen befinden sich die len *a*. Beim Beginn einer Operation füllt den Anodenraum am besten mit einer erlauge, welche bei der Reinigung oder rystallisation der erzeugten Permanganate nnen wird. Die nach bekannter Reaction xydirenden Manganate werden in den mit n Siebboden versehenen Kasten *d* eingefüllt lösen sich in dem Maasse, wie die Bildung Permanganate in der unter dem Siebkasten dlichen Flüssigkeit vor sich geht. Das durch die Oxydation sich bildende Alkaliat hat das Bestreben, so lange durch das Diaphragma nach der Kathode zu wandern, in Ausgleich des Alkalihydrats durch Diffusion von der Kathode nach der Anode indet. Das dem Manganat etwa beigemengte Alkalihydrat bleibt im Anodenraum kann zusammen mit dem sich bildenden so lange angesammelt werden, bis die lenflüssigkeit stark alkalisch geworden ist.

Fig. 537.

Ausser zum Desinficiren und Bleichen wendet man das Kaliumpermanganat zur Erzeugung Manganbraun auf Baumwolle und unter dem Namen Chamäleonbeize zum Färben gewisser arten an.

Manganfarbe. Nach Clermont und Guiot wird grünes Mangansulfid durch mässiges zen in einem Strome von Kohlensäure oder Schwefelwasserstoff licht- und luftbeständig; beim Tapetendruck verwendet (J. 1891).

Eisenvitriol (grüner Vitriol, Kupferwasser, schwefelsaures Eisenoxydul, osulfat), $FeSO_4 . 7H_2O$, grünliche Krystalle, welche an der Luft leicht verwittern dabei mit einem gelben Pulver (basischem Ferrisulfat) überzogen werden, zu hem zuletzt die Krystalle gänzlich zerfallen. Da die Alaunerze stets Schwefelkies alten, welcher durch Verwittern und Rösten in schwefelsaures Eisenoxydul über-, so erhält man den Eisenvitriol sehr häufig als Nebenproduct bei der Alaunkation. In einigen Gegenden gewinnt man zuerst durch Abdampfen der Flüssig- die man durch Auslaugen der verwitterten Kiese erhalten hat, Eisenvitriol, und zu der zurückgebliebenen Lösung eine Kali- oder Ammoniakverbindung, um daraus n zu gewinnen.

Bei der Verarbeitung der Cementwässer auf Kupfer und bei der nassen Kupfergewinnung lt man häufig Eisenvitriol als Nebenproduct. Zuweilen stellt man den Eisenvitriol aus nabfällen und Kammersäure oder solcher Schwefelsäure dar, welche zur Reinigung von Erdöl, Darstellung des Nitrobenzols u. dgl. gedient hat. Die Eisenvitriollösung wird in Krystallisirsse gegossen, in welche man Holzstäbe oder Strohhalme gestellt hat. Die an den Stäben absetzenden Krystalle bilden den sogenannten Traubenvitriol; die am Boden und an Wandungen befindlichen Krystalle, die Tafeln, sind minder schön krystallisirt. Durch hiedene Metallsalze verunreinigt, kommt in den Handel eine fast dunkelbraune Art von nvitriol, der sogenannte Schwarzvitriol, der aber auch zuweilen auf den Hütten antigt wird, indem man grünen Eisenvitriol durch einen Aufguss von Erlenblättern oder Galln schwarz färbt.

Anwendung. Der Eisenvitriol dient als Desinfectionsmittel, in der Färberei zum warzfärben, zur Bereitung von Tinte, zum Desoxydiren des Indigs (Bereitung der kalten Küpe Vitriolküpe), zum Fällen des Goldes aus seinen Lösungen; zur Darstellung von Berliner-

blau, zur Darstellung der rauchenden Schwefelsäure, in der nassen Kupfergewinnung nach Verfahren von Hunt und Douglas u. dgl.

Eisenmennige, welche zum Anstreichen verwendet wird, besteht wesentlich aus I oxyd. Man erhält sie durch Rösten, Mahlen u. dgl. von Pyritrückständen oder Colcothar.

Ocker, Farberden, wesentlich Eisenoxyd und Thonerdesilicate wechselnder Zusam setzung (vgl. J. 1891, 513).

Eisenfarbe aus Blendeschlämmen. Ein Sammelteich nimmt die Grubenw auf und gibt sie an das Rührwerk ab, aus welchem sie, mit Kalkmilch versetzt, durch eine Aufnahme der thonigen Beimengungen und des überschüssigen Kalkes bestimmten Vorbe in 4 Klärteiche gelangen. Das ablaufende Wasser wird in dem Rührwerke nochmals ent und fliesst darauf durch einen längeren Graben den Klärteichen zu, aus welchen es klar un von schädlichen Bestandtheilen abgeht. Das durch Kalkmilch aus den Grubenwassern ge Eisenoxydhydrat wird in freier Luft oder in leicht erwärmtem Raume getrocknet und in Form verkauft, oder es kommt nach dem Trocknen noch in den Calcinirofen und aus d dann als gebrannte Waare in den Handel (J. 1890).

Blutlaugensalz s. Cyanverbindungen.

Gesetz, betreffend die Verwendung gesundheitsschädlicher Farben be Herstellung von Nahrungsmitteln, Genussmitteln und Gebrauchsge ständen. Vom 5. Juli 1887.

§ 1. Gesundheitsschädliche Farben dürfen zur Herstellung von Nahrungs- und Ge mitteln, welche zum Verkauf bestimmt sind, nicht verwendet werden.

Gesundheitsschädliche Farben im Sinne dieser Bestimmung sind diejenigen Farbstoff Farbzubereitungen, welche Antimon, Arsen, Baryum, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Q silber, Uran, Zink, Zinn, Gummigutti, Korallin, Pikrinsäure enthalten.

Der Reichskanzler ist ermächtigt, nähere Vorschriften über das bei der Feststellun Vorhandenseins von Arsen und Zinn anzuwendende Verfahren zu erlassen.

§ 2. Zur Aufbewahrung oder Verpackung von Nahrungs- und Genussmitteln, welche Verkauf bestimmt sind, dürfen Gefässe, Umhüllungen oder Schutzbedeckungen, zu deren stellung Farben der im § 1 Absatz 2 bezeichneten Art verwendet sind, nicht benutzt werden.

Auf die Verwendung von schwefelsaurem Baryum (Schwerspath, blanc fixe), Bary lacken, welche von kohlensaurem Baryum frei sind, Chromoxyd, Kupfer, Zinn, Zink und Legirungen zu Metallfarben, Zinnober, Zinnoxyd, Schwefelzinn als Musivgold, sowie auf Glasmassen, Glasuren oder Emails eingebrannte Farben und auf den äusseren Anstrich vo fässen aus wasserdichten Stoffen findet diese Bestimmung nicht Anwendung.

§ 3. Zur Herstellung von kosmetischen Mitteln (Mitteln zur Reinigung, Pflege oder bung der Haut, des Haares oder der Mundhöhle), welche zum Verkauf bestimmt sind, dürfe im § 1 Absatz 2 bezeichneten Stoffe nicht verwendet werden.

Auf schwefelsaures Baryum (Schwerspath, blanc fixe), Schwefelcadmium, Chrom Zinnober, Zinkoxyd, Zinnoxyd, Schwefelzink, sowie auf Kupfer, Zinn, Zink und deren Legir in Form von Puder findet diese Bestimmung nicht Anwendung.

§ 4. Zur Herstellung von zum Verkauf bestimmten Spielwaaren (einschliesslich Bilderbogen, Bilderbücher und Tuschfarben für Kinder), Blumentopfgittern und künst Christbäumen dürfen die im § 1 Absatz 2 bezeichneten Farben nicht verwendet werden.

Auf die im § 2 Absatz 2 bezeichneten Stoffe, sowie auf Schwefelantimon und Sch cadmium als Färbemittel der Gummimasse, Bleioxyd in Firniss, Bleiweiss als Bestandthe sogenannten Wachsgusses, jedoch nur, sofern dasselbe nicht ein Gewichtstheil in 100 Gew theilen der Masse übersteigt, chromsaures Blei (für sich oder in Verbindung mit schwefels Blei) als Oel- oder Lackfarbe, oder mit Lack- oder Firnissüberzug, die in Wasser unlös Zinkverbindungen, bei Gummispielwaaren jedoch nur, soweit sie als Färbemittel der Gu masse, als Oel- oder Lackfarben oder mit Lack- oder Firnissüberzug verwendet werden, a Glasuren oder Emails eingebrannten Farben findet diese Bestimmung nicht Anwendung.

Soweit zur Herstellung von Spielwaaren die in den §§ 7 und 8 bezeichneten Gegens verwendet werden, finden auf letztere lediglich die Vorschriften der §§ 7 und 8 Anwendung.

§ 5. Zur Herstellung von Buch- und Steindruck auf den in den §§ 2, 3 und 4 bezeich Gegenständen dürfen nur solche Farben nicht verwendet werden, welche Arsen enthalten.

§ 6. Tuschfarben jeder Art dürfen als frei von gesundheitsschädlichen Stoffen, bezieh weise giftfrei nicht verkauft oder feilgehalten werden, wenn sie den Vorschriften im § 4 Ab und 2 nicht entsprechen.

§ 7. Zur Herstellung von zum Verkauf bestimmten Tapeten, Möbelstoffen, Tepp Stoffen, zu Vorhängen oder Bekleidungsgegenständen, Masken, Kerzen, sowie künstlichen Blä Blumen und Früchten dürfen Farben, welche Arsen enthalten, nicht verwendet werden.

Auf die Verwendung arsenhaltiger Beizen oder Fixirungsmittel zum Zweck des Färbens Bedruckens von Gespinnsten oder Geweben findet diese Bestimmung nicht Anwendung. dürfen derartig bearbeitete Gespinnste oder Gewebe zur Herstellung der im Absatz 1 be-ieten Gegenstände nicht verwendet werden, wenn sie das Arsen in wasserlöslicher Form n solcher Menge enthalten, dass sich in 100 qdc des fertigen Gegenstandes mehr als 2 mg vorfinden. Der Reichskanzler ist ermächtigt, nähere Vorschriften über das bei der Fest-ig des Arsengehaltes anzuwendende Verfahren zu erlassen.

§ 8. Die Vorschriften des § 7 finden auch auf die Herstellung von zum Verkauf bestimmten ibmaterialien, Lampen- und Lichtschirmen, sowie Lichtmanschetten Anwendung.

Die Herstellung der Oblaten unterliegt den Bestimmungen im § 1, jedoch sofern sie nicht Genusse bestimmt sind, mit der Maassgabe, dass die Verwendung von schwefelsaurem ım (Schwerspath, blanc fixe), Chromoxyd und Zinnober gestattet ist.

§ 9. Arsenhaltige Wasser- oder Leimfarben dürfen zur Herstellung des Anstrichs von öden, Decken, Wänden, Thüren, Fenstern der Wohn- oder Geschäftsräume, von Roll-, Zug-Klappläden oder Vorhängen, von Möbeln und sonstigen häuslichen Gebrauchsgegenständen verwendet werden.

§ 10. Auf die Verwendung von Farben, welche die im § 1 Absatz 2 bezeichneten Stoffe als constituirende Bestandtheile, sondern nur als Verunreinigungen, und zwar höchstens in Menge enthalten, welche sich bei den in der Technik gebräuchlichen Darstellungsverfahren vermeiden lässt, finden die Bestimmungen der §§ 2 bis 9 nicht Anwendung.

§ 11. Auf die Färbung von Pelzwaaren finden die Vorschriften dieses Gesetzes nicht ndung. (Folgen die Strafen; J. 1887, 603.)

Bekanntmachung, betreffend die Untersuchung von Farben, Gespinnsten Geweben auf Arsen und Zinn. Vom 10. April 1880.

Anlage. Anleitung für die Untersuchung von Farben, Gespinnsten und Geweben auf . und Zinn (§ 1 Abs. 3, § 7 Abs. 2 des Gesetzes, betreffend die Verwendung gesundheits-licher Farben bei der Herstellung von Nahrungsmitteln, Genussmitteln und Gebrauchs-ständen vom 5. Juli 1887) s. J. 1888, 532.

Thorerde, Baryt.

Die Glühstrümpfe der Auerbrenner bestanden früher wesentlich aus Zirkonerde, aber aus Thorerde (S. 143). Zur Herstellung von Thornitrat [1]) zum Tränken der strümpfe wird Monacit, welcher besonders in Brasilien und Nord-Carolina ge-en wird, verarbeitet [2]). Das Mineral enthält wesentlich:

Cererde	28,3 Proc.
Didymerde	15,8
Lanthanerde	13,3
Thorerde	5,6
Phosphorsäure	26,0
Titansäure	3,2

Feingemahlener Monacitsand wird in heisse concentrirte Schwefelsäure eingetragen, Masse in viel Wasser gegossen, aus dem Filtrate werden die seltenen Erden als ate gefällt. Dieselben werden alsdann zur dunkeln Rothglut erhitzt. Das erhaltene elbraune Product wird mit conc. Salzsäure aufgenommen und zur Trockne einge-oft; der Rückstand wird so lange vorsichtig erhitzt, bis die Masse ein weisses Aus-n erhält und ein Geruch nach Salzsäure kaum mehr wahrzunehmen ist. Wird nun kaltem Wasser aufgenommen, so geht der weitaus grösste Theil der Cererden sehr t in Lösung, während der die Thorerde enthaltende Theil ungelöst zurückbleibt. ird nun abfiltrirt und so lange mit kaltem Wasser nachgewaschen, bis im Filtrat oxalsaurem Ammonium keine Trübung mehr entsteht. Der auf dem Filter befind-Rückstand, der gegen 50 Proc. Thorerde enthält, wird mit conc. Salzsäure erhitzt

1) Anfangs 1895 kostete 1 k Thornitrat etwa 2000 Mark, 1897 nur noch 60 Mark.
2) J. 1894, 541; 1895, 512; 1896, 447; 1897, 520; 1898, 425.

und mit Wasser verdünnt. Aus dieser Lösung können alsdann die Oxalate gefäl[l] entweder durch Lösen in Ammoniumoxalat oder durch Krystallisation aus conc. säure von den noch anwesenden Mengen der Cererden befreit werden. — Nach an[...] Angaben wird Monacit zunächst mit Aetzalkalien behandelt. Oder das Thorium[...] wird in salpetersaurer Lösung mit Oxalsäure gefällt.

Baryumsuperoxyd. Zur Herstellung desselben wird Baryt auf dunkle[...] glut erhitzt und kohlensäurefreie Luft übergeleitet. (Vgl. S. 680.)

Baryt erhält man durch Glühen von salpetersaurem Baryum (J. 1894, 525) ode[r] Baryumcarbonat (J. 1892, 409). Nach Bonnet (J. 1899) wird feingepulvertes Baryumca[...] innig mit etwa 8 Proc. feinem Kohlenstaub gemischt; diese Mischung wird sodann in[...] grossen Schmelztiegel, dessen Innenwände und Boden mit Papier ausgekleidet sind, eing[...] dann mit einem Blatt Carton zugedeckt, worauf der Deckel des Schmelztiegels aufgeset[zt] mit Lehm verkittet wird. Man erhitzt nun den Schmelztiegel 10 Stunden lang auf eine T[...] ratur von 1100 bis 1200°.

Kohlensaures Baryum wird nach Herzfeld (J. 1898) in einem mit Graphi[...] gekleideten Porzellantiegel bei einstündigem Erhitzen auf 1450° vollständig gebrannt. Stro[...] carbonat erfordert nur 1250°.

Auf die Vorschläge, Baryumhydrat und Strontiumhydrat elektrolytisch zu gew[...] sei verwiesen (J. 1893, 451; 1894, 524; 1898, 404).

Chlorbaryum. 240 bis 250 k fein gemahlener Schwerspath mit 93 bis 95 Proc. [...] 160 bis 170 k Chlorcalcium mit 70 bis 75 Proc. $CaCl_2$ und 85 bis 90 k Staubkohle werden e[...] gewogen und innig gemischt. Der Ofen hat zwei seitliche Einwurf- bez. Ausziehthüren, deren hintere die frische Mischung eingetragen wird, während dieselbe, nachdem sie 2 St[...] in dem hinteren Theile des Ofens gelegen hat, in die vordere Abtheilung des Schmelzofe[...] schafft wird, wo man sie mittels geeigneter Schaufeln oft umrührt, um die Reaction thu[...] zu beschleunigen:

$$BaSO_4 + 4C = BaS + 4CO \text{ und } BaS + CaCl_2 = BaCl_2 + CaS.$$

Man rechnet, dass eine Post in 2 Stunden fertig sein soll. Dies macht 5 Posten in der Sc[...] während die übrigen 2 Stunden durch Einfüllen der Posten, Ziehen der fertigen Schm[...] u. dgl. in Anspruch genommen werden. — Statt geschmolzenen Chlorcalciums verwende[...] auch zuweilen die Mutterlaugen der Fabrikation von Kaliumchlorat. Diese Laugen, wel[...] der Regel 40° B. zeigen und deren Gehalt an Chlorcalcium bekannt ist, werden in einem eis[...] Messkasten abgemessen und sodann vor dem Schmelzofen in einer eisernen Pfanne mit Sc[...] spath und Kohle zu einem dicken Brei angerührt, den man in die hintere Abtheilung des [...] einträgt. Durch das in diesem Brei noch vorhandene Wasser wird viel Wärme absorbi[...] dass meist statt 5 nur 4 Schmelzen in der Schicht hergestellt werden können. Auch kan[...] in diesem Falle stets nur eine Post in dem Ofen haben, da sich die Masse schon beim Ein[...] auf die ganze Herdsohle vertheilt. — Ist eine Schmelze beendigt, so zieht man sie mittels[...] eisen in eiserne Kasten und führt sie nach dem Erkalten zur Laugerei. (J. 1893, 451.)

Carbide.

Carbide werden durch Erhitzen von Kohle mit den betreffenden Oxyd[...] elektrischen Schmelzofen hergestellt. Technisch bedeutend sind Siliciumcarbi[...] Calciumcarbid.

Carborundum. Das so bezeichnete Siliciumcarbid, SiC, wurde zuerst von A[...] son (J. 1893) durch Erhitzen von 100 Th. Kohle, 100 Th. Sand und 25 Th. Sal[...] gestellt. Er empfahl dasselbe besonders als Schleifmittel, da es härter als Korun[...] (J. 1894). Nach weiteren Angaben desselben (J. 1896) hat der auf einem gemau[...] Fundament A (Fig. 538 u. 539) angeordnete Ofentrog die Seitenwandungen A^1 u[...] Endwände A^2. Die Seitenwandungen A^1 werden mit undichten Fugen zwische[...] Ziegeln u. s. w. aufgeführt, so dass sie ein freies Entweichen der während des Bet[...] sich entwickelnden Gase gestatten. An den Endwänden A^2 werden die Kohle[...] troden B eingelagert. Es führen eine Anzahl Kohlenstäbe bei a durch mit Asbe[...] gefütterte Oeffnungen, und ihre Aussenenden sind in bekannter Art mittels eine[...] klemmplatte B^1 vereinigt, an welche der Leiter von der Stromquelle S heran[...]

ı der Ofen zum Betriebe vorbereitet wird, ordnet man im Innern des Gemisches Kanal, den Raum zur Ausfüllung mit dem Kern *C* an. Dieser Kern soll aus ı feuerbeständigen Material bestehen, welches dem Stromdurchgange einen Widerentgegensetzt, dabei aber immerhin einen geringeren Widerstand als das zu

Fig. 538.

Fig. 539.

ıdelnde Gemisch hat. Vorzugsweise ist körnige Kohle geeignet; eine Körnere von 4 bis 5 mm ist zweckmässig, wenn der Kern nahezu 2,5 m lang angenommen ıd der Höchstbetrag an elektrischer Energie sich auf etwa 100 000 Watts beläuft, elchen ein Korndurchmesser von 25 cm angewendet wird. Man lässt die Grösse Bestandtheile oder Körper an den Kernenden abnehmen, wodurch ein innigerer rodencontact und in Folge dessen ein leichterer Stromdurchgang erzielt wird. ist ein Stück des Kernes bezeichnet, welches in dieser Weise aus Körnern geringerer e zusammengesetzt sein soll. Wichtig ist eine Maassnahme, durch welche verrt wird, dass das zu behandelnde Material mit den Elektroden in Berührung kommt, in diesem Falle leicht eine Krustenbildung an den Elektroden auftritt, die den Durchgang des Stromes beeinträchtigt. Aus diesem Grunde lässt man die Elekn in den Körper des Kernes bei *c* vorspringen. Zum Zwecke, die innige Beıng der Kernbestandtheile und der Elektroden zu untertützen, bringt man unter änden ein Gewicht *W* an. In der Umgebung des so hergestellten Kernes wird die D bezeichnete Materialmasse, die der starken Erhitzung unterzogen werden soll, rdnet. Man wendet eine in den Verhältnissen zu wechselnde Mischung folgender mmensetzung an: 20 Th. Kohle (Koks o. dgl.) in kleinen Stücken, 29 Th. Sand, ı. gewöhnlichen Salzes und 2 Th. Sägemehl oder Kork. Diese durch innige ung gewonnene Mischung wird um den Kern aufgeschichtet, so dass sie denselben ich auf der ganzen Länge umgibt.

In der Fabrik an den Niagarafällen verwendet man 34,2 Proc. Koks, 54,2 Proc. Sand, roc. Sägemehl und 1,7 Proc. Kochsalz. Das Salz erleichtert die Einwirkung des Koks auf eselsäure, ohne selbst an der Reaction theilzunehmen. Es gelangt während der elektrischen ıung in die kälteren Schichten durch Destillation und erleichtert die Trennung der einı Zonen in dem Material nach beendeter Arbeit. Die Gase, welche sich aus dem Sägemehl ckeln, lockern das Material auf und bewirken, dass das bei der Reaction zwischen Koks and entstehende Kohlenoxyd leicht entweicht. Die Oefen bestehen aus Scharmotte, sind ıng, 1,6 m weit und 1,6 m hoch. Es bleiben nur die dicken Seitenwände der Oefen beıen, während die Vorder- und Hinterwände für jede Schmelze neu aufgebaut und nach derı wieder abgetragen werden. Die Elektroden bestehen aus 60 Kohlenstäben von 0,7 m und 8 cm Durchmesser, welche an den Enden mit Kupferstäben verbunden sind, durch r Strom zugeführt wird. Zwischen die einzelnen Kohlenstäbe wird Graphit gepackt, wodie Oxydation der Kohlen verhindert wird. Zwischen die Enden der Elektroden wird gefüllt, so dass ein Cylinder aus Koks die Elektroden verbindet und bewirkt, dass der in einzelnen Lichtbogen übergeht.

Der Strom, welcher mit 2200 Volt Spannung geliefert wird, wird durch einen Transtor auf 85 bis 220 Volt, im Mittel 165 Volt gebracht. Zur Aenderung des Widerstandes ım Schliessen und Oeffnen des Stromkreises dient ein Wasserrheostat, welcher aus einem

eisernen Gefäss mit Salzlösung besteht. Durch Heben und Senken einer darin befind Eisenplatte wird der Strom geöffnet oder geschlossen. Es wird mit Wechselströmen gear Die Beschickung beträgt 150 hk, wovon 3 Proc. auf den in der Mitte befindlichen Koksc entfallen. Zu Anfang ist ein Strom von 190 Volt erforderlich; durch die Erwärmung der wird der Widerstand verkleinert und die Spannung auf 125 Volt herabgesetzt. Die Strom ist zu Anfang 1700 Ampère, während des Processes selbst 6000 Ampère. Der Widerstand beständig ab, weil sich eine Schicht von Graphit bildet, die den Durchmesser und die Lei keit des in der Mitte befindlichen Kokscylinders beständig vermehrt. Die Charge $35^3/_4$ Stunden. Es entstehen aus 150 hk Rohmaterial 33 hk Carborundum und 24 hk am Siliciumcarbid. Verbraucht werden im Ganzen 26400 Kilowattstunden, für jedes hk rundum also 800 Kilowattstunden. Eine halbe Stunde nach dem Beginn der Arbeit tre Zersetzungsproducte des Sägemehls auf. Das in Folge der Reaction:

$$SiO_2 + 2C = 2CO + Si$$

auftretende Kohlenoxyd bildet sich erst nach 3 bis 4 Stunden in solchen Mengen, dass zündet werden kann. Es sind dann die Wände und das obere Ende des Ofens ganz von Fl umspült, 5 bis 6 Stunden nach Beginn tritt die Natriumflamme auf, und das Materia allmählich ein. Man füllt den Ofen immer wieder auf.

Beim Abtragen wird zuerst eine Schicht entfernt, die 11 Proc. Salz, 56 Proc. Kies und 33 Proc. Kohle enthält. Darunter liegt eine gut abgegrenzte Schicht von amorphem Si carbid, die über 40 Proc. der Gesammtmasse ausmacht. Sie hat ebenfalls die Formel S aber weich und werthlos. Es ist noch nicht gelungen, sie in die krystallinische Varietät wandeln. Die letztere, das eigentliche Carborundum, umgibt den Kokskern in einer S von 25 cm Dicke. Sie wird von einer Kruste gut ausgebildeter Krystalle an ihren äussern inneren Grenzflächen umgeben. Unter dem Carborundum befindet sich schön krystal Graphit, der wahrscheinlich dadurch entstanden ist, dass das Carborundum aus dem Ko überschüssigen Kohlenstoff aufnimmt und beim Abkühlen wieder ausscheidet. Auch der kern ist aus gleicher Ursache zum Theil ebenfalls in Graphit verwandelt. Zuweilen find auf den Carborundumkrystallen dünne, fedrige Massen, die auch aus hexagonalem Carbor bestehen und wahrscheinlich durch Condensation des gasförmigen Carborundums sich g haben. Die Hauptmasse des Carborundums besteht aus Krystallaggregaten, die zerklein durch Waschen mit verdünnter Schwefelsäure (1 : 2) von der Hauptmenge des Eisens u Thonerde befreit werden. Die Sortirung des Materials erfolgt nach der Korngrösse. D Säuren gewaschene Rohmaterial enthält 69,10 Proc. Si, 30,2 Proc. C, 0,49 Proc. Al_2O_3 + und 0,15 Proc. CaO, während der Formel SiC 70 Proc. Si und 30 Proc. C entsprechen Krystalle sind hexagonal und haben das spec. Gew. 3,12. Sie sind unschmelzbar und e auch beim starken Glühen im Sauerstoffstrom nur einen geringen Verlust. Schwefel 1000^0 ohne Einwirkung, Chlor wirkt bei 600^0 schwach, bei 1200^0 schnell unter vollständig setzung ein. Aufgeschlossen wird das Material durch Schmelzen mit Aetzkali oder So Salpeter. Der Kohlenstoff wird durch Erhitzen mit Bleichromat bestimmt.

Die Härte des Carborundums liegt näher an 10 als an 9 und auch Diamant kan Carborundum polirt werden. Man kann durch Mischung mit Thon, Feldspath und Wass mirung und Glühen aus Carborundum Schleifsteine beliebiger Form und Grösse herstellen verwendet das Carborundum als Pulver, als geformte Schleifsteine oder, auf Papier aufge in Stahl- und Eisenindustrien, zum Schleifen von Glas und Porzellan, sowie als ausgezei Ersatz für Ferrosilicium bei der Stahlbereitung (J. 1898).

Calciumcarbid. Wöhler stellte im J. 1862 zuerst Calciumcarbid und Acetylen her. Die älteste Patentanmeldung auf die Herstellung von Calcium durch Elektricität (1891) stammt von Böhm (Z. angew. 1899, 1059). In Deuts wurde die Aufmerksamkeit auf die technische Herstellung und Verwendung von Ca carbid durch Bullier's Patent gelenkt (J. 1894, 384). Er schlug vor in Moissan'schen Ofen 56 Th. gebr. Kalk mit 36 Th. Kohlenstoff zu schmelze erhaltene CaC_2 zur Herstellung von Cyanverbindungen und Acetylen zu verwen

Die Herstellung von Calciumcarbid wurde nun von mehreren Fabriken nommen. Anfangs wurden Kalk und Kohle in einem beliebigen elektrischen Sc ofen zusammengeschmolzen. Nach dem Erkalten wurde die Masse aus dem O nommen und von den unzersetzten Stoffen getrennt. (Vgl. J. 1897, 353.) Um g Blöcke zu erzeugen, wurde dann die obere Elektrode während des Schmelzens g (J. 1896, 266 u. 270) oder der Boden gesenkt. In St. Marcello (Italien) hab

n (Fig. 540) drei gegen einander geneigte Kohlen, die von aussen mittels Hand- : auf und nieder geschraubt werden können. Die Beschickung wird von oben 1 einen Trichter zugeführt und fällt auf eine mit mehreren Graphitlagen überdeckte eisenplatte, die mittels einer Schraubenspindel über die ganze Höhe des Ofens ver- pen werden kann. Das Innere des Ofens ist mit feuerfestem Stoff ausgekleidet. 899.) — Zur leichteren äumung wurde der ren Elektrode die Form Wagens gegeben (J. , 267). Der Boden Ofens ruht auf einem engestell A (Fig. 541), les auf Schienen läuft, inter den gemauerten, Thüren versehenen obertheil B nach Be- eingefahren bez. aus- zurückgezogen wer- zu können. Dieser n besteht aus einer en Eisenplatte a, auf ie eine ungefähr 20 cm Schicht k von Elek- nkohle oder Koks Steinkohlentheer) auf- cht wird, so dass sie die Herdsohle bildet. Indem die Eisenplatte a mit den zuführenden Kabeln p des einen Dynamopols verbunden ist, stellt sie in Gemein- t mit der Koksdecke k zugleich die eine Elektrode der Ofens dar. Auf diese trodensohle wird das aus einer gleichförmigen Mischung von Kohle und Kalk be- nde Beschickungsmaterial nicht früher, als bis der Ofen geschlossen, zusammen- llt und in Betrieb gesetzt ist, mittels mechanischer Zuführvorrichtung allmählich schüttet. Entsprechend der Vermehrung der Schichthöhe bez. zur Regelung en die oberen zu einem Bündel vereinigten, mit den Speisekabeln q an geeigneten lenen Fassungen verbundenen Elektrodenkohlen b gehoben werden, zu welchem ke dieselben in aufziehbarer Aufhängung mit Spindelantrieb angeordnet sein en. Eine Beschickungsöffnung ist bei c an der jenseitigen Ofenwand ersichtlich cht; der Abzug für die Gase ist mit d bezeichnet. Durch mechanische, unter Zu- ahme von Stocher- oder Aufrührwerkzeugen bewerkstelligte Beschickung kann den renden der Kohlenelektroden b das umzuwandelnde Behandlungsgut in gleich- ger Ausschüttung dargeboten werden. Die Rohmischung besteht aus 56 Th. Kalk 6 Th. dichter Kohle. Nach Einschiebung des die Ofensohle bildenden Wagens A zunächst die an der Ofenbrust vorgesehene Thür dicht geschlossen. Nunmehr der elektrische Arbeitsstrom von der Dynamomaschine eingeschaltet, von 1700 000 Amp. und 65 bis 100 Volts, und zugleich werden die oberen Elektroden b zur bogenbildung der Sohlenschicht k genähert. Darauf wird die Rohmischung in fen geschaufelt, so dass der Lichtbogen etwa 30 cm hoch um die Elektroden herum lerselben bedeckt liegt; hierdurch lässt sich der Lichtbogen leichter gleichmässig n. Das zeitweise Aufrühren der Mischung während des Betriebes ist deshalb vendig, weil die Gase, die sich beim Lichtbogen bilden, beständig im Material le bilden, welche andernfalls nicht leicht von selbst zerfallen, so dass dann zu

Fig. 540.

Fig. 541.

wenig Material in den Lichtbogen gelangt. Die Zuführung des Materialgemisches mehrere Stunden lang fortgesetzt, wobei eine ständige Ueberwachung der Hublag oberen Kohlenelektroden mittels der Spindelhebevorrichtung nothwendig ist. — I der das Handrad Bedienende, dass die Spannung sinkt, so hebt er die Kohlen Bei etwaiger Unterbrechung sinkt die Stromstärke auf Null; in diesem Falle müss Elektrodenkohlen schnell gesenkt werden. Mit der Beschickung wird fortgefahre die Anhäufung bis zu einer gewissen Grenze fortgeschritten ist. Nunmehr hebt die Elektroden zeitweilig in die Unterbrecherlage und findet auf der Fläche des W gestells *A*, das nach Oeffnung der Thür *D* herausgefahren wird, das Product in eines Kuchens. Nach Absonderung des hinreichend rein befundenen krystallini Productes verbleiben auf der Sohle noch Rückstände, die bei einer zweiten Beschi unter Berücksichtigung ihres durch eine Analyse festzustellenden Gehalts an Kal Kohle wieder benutzt werden können.

In Froges verwendet man Oefen, welche anfangs zur Herstellung von Alum dienten. Der Ofen *A* (Fig. 542) besteht aus einem parallelipedischen, äusserlic einem glasurartigen Ueberzuge versehenen Graphittiegel *a*, dessen Grössenverhä 1,8 m × 1,5 m × 1,5 m beträgt. Er besitzt eine innere Aushöhlung *d*, welche oben mit einer Einfüllöffnung *E* und mit einer Abstichöffnung *B* für da schmolzene Reactionsproduct in Verbi steht. Die abfliessende Schmelze wird dem vor der Abstichöffnung stehende hälter *C* aufgenommen. Der zugleic negative Elektrode dienende Ofenkörpe vom Boden durch die Rollen isolirt. negativen Leitungskabel *I* sind mittels E *f* an der Hinterwand des Ofens *A* bef Die positive Elektrode besteht aus 20 cm starken Kohlenstange *D*, w durch die vier Klauen *M* der zangena Greifvorrichtung *K* gehalten wird. I beiden Wände *L* der letzteren sind die I der sechs Kabel der positiven Leitu eingelassen. Die Zange *K* endigt ob einer Schraubenspindel *P*, mittels dere Elektrode gehoben oder gesenkt w kann. Zu diesem Zwecke ist die Star durch eine Schraubenmutter *T*, welch Ende eines am Gebälk *y* des Gebäude festigten Lagers *Q* bildet, und dann e durch die centrische, innen mit Schraubengewinde versehene Durchbohrung auf der Schraubenmutter *T* aufliegenden Zahnrades *S* hindurchgeführt. Das le greift in ein anderes Zahnrad *R* ein, welches an einer durch das Lager *Q* hin gehenden und unten mit einem Handrade *Z* versehenen Führungsstange *V* be ist. — Zur Herstellung des Calciumcarbids füllt zunächst ein Arbeiter den Sc raum durch die Einfüllöffnung *E* mit einem Gemenge von gepulvertem Kal zerstossenem Koks. Der mit der Beaufsichtigung des Ofens betraute Arbeiter beständig bei dem Handrade *Z*; vor der Wirkung der Hitzestrahlen schützt ih Schirm *H* aus Glimmer; vor seinen Augen befinden sich ein Ampèremete Voltmeter, der in der elektrischen Zuleitung des Ofens eingeschaltet und auf

Fig. 542.

werk y befestigt sind. Sobald die Füllung des Ofens beendet ist, senkt er
ı Drehen des Handrades Z allmählich die Kohlenelektrode D, bis sich unter
zung der Masse der Lichtbogen zwischen der Kohlenstange und dem Inhalte
Tiegels bildet. Man sieht die Kohle fast auf ihrer ganzen Länge rothglühend
en, während eine grosse weisse Flamme aus der Einfüllöffnung E herausschlägt.
Arbeiter regelt die Stellung der Elektrode nach den Angaben des Ampèremeters
besonders des Voltmeters. Den Stand der Reaction beurtheilt er nach der Grösse
Farbe der Flamme. Wenn der Process ungefähr beendet ist, öffnet ein Arbeiter
usflussöffnung, während ein anderer den Ofen durch die Einfüllöffnung E aufs Neue
ickt. Das geschmolzene Carbid fliesst aus in das Gefäss C, in welchem es noch im
sen erstarrt. Die Elektrode bleibt innerhalb des Schmelzraumes, der Strom wird
nicht unterbrochen. Der Gang des Ofens ist mithin ununterbrochen, gleichwohl
man Beschickung und Entleerung des Ofens abwechselnd nacheinander folgen.
Abziehen der Schmelze wird ungefähr alle 40 Minuten vorgenommen.

Siemens & Halske (J. 1898) setzen unter die Abstichöffnung ein Vorsatz-
T (Fig. 543) so, dass die geschmolzene Masse über dasselbe abfliessen kann, die
er Abstichöffnung tretende Rohmischung aber durch dasselbe aufgehalten wird.
r Fig. 543 bedeutet K die obere bewegliche Kohlenelektrode, F den den Tiegel
nden Eisenkasten, C die Scharmottefütterung, K' eine aus Kohlenplatten und Eisen
ıende Schicht, in welcher die Abstichöffnung A angebracht ist, T das erwähnte
tzstück. Dieses Vorsatzstück besitzt oben eine kegelförmige Fläche und wird der
chöffnung von unten so weit genähert, dass das aus der letzteren heraustretende
aterial sich in dem Böschungswinkel B
s Vorsatzstück T legt, ohne über dasselbe
erzufallen. Das Rohmaterial P kann also
und unter der oberen Elektrode frei nach-
in demselben Verhältniss, wie dasselbe
chtbogen verarbeitet und abgeführt wird,
ber durch das Vorsatzstück am Herausfallen

Fig. 543.

Fig. 544.

ert. Das auf der Kuppe von T sich ansammelnde geschmolzene Product dagegen
über das Vorsatzstück hinweg ab.

Dieselben (J. 1899) empfehlen zum Abschluss der Luft als Abstichöffnung
nierohr. In Fig. 544 ist n der Tiegel des elektrischen Ofens mit dem zu be-
nden Material r. x ist die untere Kohlenelektrode und k die obere rohrförmige

Kohlenelektrode. *p* ist das Eisenrohr, in welchem die durch den Kanal *o* komme im Lichtbogen sich bildenden Gase aufsteigen und welches in den Staubfänger *z* mi Aus letzterem führen die Rohre *i* und *h* nach der Vorwärmekammer *a*. In die Oe *f* der letzteren wird das zum Schornstein führende Abzugsrohr eingesetzt. Es is unterhalb der Abstichöffnung *w* ein mittels eines mit pulverförmigem Material angef Ringes *e* abgedichtetes Knierohr *d* angebracht, an welches sich ein an einer K hängender Schlauch *b* beweglich anschliesst. An einen am Knierohr angebra Bund *g* greift eine Hebevorrichtung *l* an, welche durch ein Gegengewicht *v* das Kn nach oben hält. Bei Beginn der Schmelze wird der Schlauch *b* ganz gehoben un Knierohr *d* mit dem im Ofen zu behandelnden Material gefüllt, worauf mit dem Schm begonnen wird. Sobald sich eine gewisse Menge des Schmelzproductes in der Al öffnung gebildet hat, wobei stets auch eine gewisse Menge des im Ofen vorhan Materials in die Abstichöffnung herunterfällt, wird der Schlauch etwas gesenkt, s das Material im Knierohr um eine kleine Strecke hinunterrutscht. Dieses w regelmässigen Zwischenräumen wiederholt, so oft sich in der Abstichöffnung d sprechende Menge des Productes gebildet hat; der Schlauch wird in Folge immer tiefer gesenkt, bis er eine beinahe wagrechte Lage einnimmt; dann wi Material aus dem Schlauch herausgeschaufelt und der Schlauch wieder in die Hö zogen.

Die Schmelzöfen der Carbidfabrik zu Vernier bei Genf bestehen aus cylindrischen Tiegeln von 1,5 m Durchmesser und 0,8 m Höhe aus gepresster die von einem Eisenblechmantel umgeben sind. Vier Stichöffnungen sind i schiedenen Höhen angebracht, mittels deren man den geschmolzenen Ofeninhalt a schiedenen Höhen des Ofens abziehen kann. Oben sind die Oefen mit einem cy schen Aufsatz aus Eisenblech versehen, der zum Einfüllen des Kohle-Kalk-Gem dient. Die Oefen beanspruchen beinahe je 500 Pf. (6000 Ampère und 57 Volt). der in die einzelnen Tiegel tauchenden Elektroden wird durch Vereinigun 6 Kohlenblöcken von 1,5 m Länge und 13 cm : 23 cm Dicke gebildet, deren Ges querschnitt 1794 qc und deren Gewicht bis zu 390 k beträgt. Um den bei der Stromintensität nothwendigen sichern Contact zwischen den Kohleelektroden und metallenen Stromführungen zu erzielen, werden die letzteren mittels besonderer Kl gegen die Flächen der Kohlen angepresst (J. 1897, 350).

Der Carbidofen von Rathenau, der sich in Bitterfeld, in Neuhaus Rheinfelden bewährt hat (J. 1899, 275) besteht aus einem mit hochfeuerfestem M am besten Kohle, ausgekleideten Trichter, in welchem ein zweiter Trichter *B* (Fig in mässigem Abstande *S* vom ersten gehalten wird. Durch den inneren Trichte umgeben vom Schmelzgute, die aus einem mächtigen Kohlenblock bestehend Elektrode *K*, während der Kohlen des Ofens die zweite Elektrode Die Kohlenoxydflamme kann dur Ringspalt *S'* frei hinausschlagen, einen Theil des Gemisches hin schleudern. Ferner ist der weissgl Theil der Elektroden von der Lu geschlossen, so dass die Elektrod abbrennen kann; der Ofen erlaubt ununterbrochenen Betrieb, ähnlic des Hochofens. — Nach fernere

Fig. 545.

Fig. 546.

gaben (J. 1898) hat die Schüttung *T* (Fig. 546) nunmehr die Form *CDEI* wird an ihrer Grundfläche zwischen *H* und der Elektrode von der Stichflamme

ıbrochen, ohne dass von dem Material, das an dieser Stelle schon im Zustand der ırung ist, zuviel nachstürzt. Damit beim Abstechen nicht zu viel Rohmaterial vom s mitgenommen wird, und nach dem Abstich zu grosse Mengen frischen Materials in Lichtbogen gelangen, bringt man in der Höhe von *D* einen Schieber, bestehend einem Kohlenblock o. dgl., an, mittels dessen man die Zufuhr des Materials unter-ıen kann.

Pictet will das Gemenge von Kalk und Kohle durch Gebläseflammen bis 2400⁰ zen, dann durch Elektricität auf 3000⁰. Der Ofen besteht aus einem senkrechten, einem Mantel *A* (Fig. 547) umgebenen Schachte *B* aus einem geeigneten feuer-n Materiale; er endigt unten in ein mittleres, zum Abfluss des gebildeten Carbids ındes Rohr, dessen oberes Ende etwas in den inneren Ofenraum hineinragt. Der wird mit einem gepulverten Gemenge von Kalk mit schüssiger Kohle beschickt, welches entsprechend dem ı erfolgenden Abfliessen des geschmolzenen Carbids im schacht herabsinkt und in demselben drei Erhitzungs-n von allmählich ansteigender Temperatur trifft. Die tzung der obersten Zone *C* erfolgt durch Verbrennung überschüssigen Kohle mittels Pressluft, welche durch ıere Düsen *D* eingeblasen wird; das Kohlekalkgemisch dabei auf etwa 1800 bis 2000⁰ erhitzt. In der fol-en Zone *E* wird es der Verbrennungshitze eines Ge-es von Wasserstoff oder Wassergas mit Sauerstoff oder welche durch eine oder mehrere Doppelröhren *FG* ıblasen werden, ausgesetzt und dadurch auf etwa 2300 400⁰ bis zum beginnenden Erweichen gebracht. End-gelangt es in der untersten Zone *H* in den Bereich Lichtbogens, welcher zwischen den starken Kohle-ıroden *J* im Centrum des Schachtes überspringt. Der n soll also nur wenig mehr als die für die eigentliche idbildung nöthige Hitze liefern; der Verbrauch an rischer Kraft soll also bedeutend geringer sein als bei bisherigen Oefen. Zum Schutze der unteren Ofen-e gegen die hohe Temperatur des geschmolzenen ids ist die Vorrichtung getroffen, dass das Abflussrohr *K* etwas in den Ofenraum nragt. Dadurch bildet sich um den Rand des Abflussrohrs herum eine stagnirende ht des Carbids, welche sich etwas abkühlt und verdickt, und die darunter befind-Ofenwandung gegen das über sie hinwegfliessende frische, etwa 3000⁰ heisse id schützt. Das Gefäss *L* dient zur Aufnahme des abfliessenden Carbids. Der arbeitet ununterbrochen, wenn für genügendes Nachfüllen der Beschickung gesorgt (J. 1898, 247 und 255).

Fig. 547.

Nach Nicolai (J. 1898) beträgt der Gesammtverlust im Ofen 22 bis 24 Volt. ırch wird es erklärlich, weshalb 78 Volt als die zweckentsprechende Spannung zur idfabrikation angegeben wird, obgleich es Thatsache ist, dass selbst für den stärksten bogen eine Spannung von 45 Volt ausreichend ist. Es zeigte sich ferner, dass nige Carbid, welches den Einwirkungen des elektrischen Stromes am längsten aus-zt wurde, das minderwerthigste war. Es wurde Carbid, das 330 *l* Acetylengas gte, umgeschmolzen; das so gewonnene Carbid erzeugte alsdann nur noch 290 bis *l*, ein nochmaliges Einschmelzen des ursprünglichen Carbids ergab alsdann nur noch *l* Ausbeute. Nicolai gewann annähernd gleichartig gutes Carbid erst dann, als ınz flache Oefen zur Anwendung brachte, in denen nur 5 cm dicke Carbidblöcke

zusammengeschmolzen wurden. Er empfiehlt die Vorrichtung Fig. 548 bis 550.
einer durch ein Vorgelege v in Umdrehung versetzen Welle a ist ein durch die Ar
mit der Nabe c verbundener Metallkranz d angeordnet, dessen Umfang durch zwe
Achse a concentrische Stege e zu einer |__|förmigten Hohlrinne ausgebildet ist.

Fig. 548.

Fig. 550.

Fig. 549.

Innere dieser Hohlrin
mit einer gut leitende
doch feuerbeständigen
kleidung f versehen, z
von der Welle a mit
der sich an den Metall
d anschliessenden Arme
leitende Verbindung h
stellt wird. Zur U
stützung des Kranzes d
unterhalb des Kranzum
an verschiedenen St
Haken g vorgesehen
welchen isolirte Laufro
drehbar gelagert sind, v
dieselben auf einer gem
ten Unterlage i aufr
Die Zuführung von
stoffen, von Kohle und
erfolgt ununterbrochen
dem Behälter B aus
eine Transportschneck
welche das Material
ein Rohr m^1 in die
rinne des Metallkranzes d befördert, so dass die stündliche Zuführungsmenge d
eine Veränderung der Geschwindigkeit der Schnecke variabel gestaltet und
jeweiligen Verhältnissen angepasst werden kann. Zur gleichmässigen Verthe
des in die Hohlrinne eingeführten Gemisches sind an geeigneten Stellen sog.
streifer n vorgesehen, welche in ihrer einfachsten Gestaltung aus zur Horizo
bewegung des Kranzes d schräg gestellten Platten bestehen und zwischen der
fläche des Bodens der Hohlrinne und ihrer abstreifenden Kante n einen bestim
Spielraum bestehen lassen. — Um weiterhin das gleichmässig durch die Abstrei
vertheilte Gemisch fest zusammenzupressen, sind mehrere federnde Walzen o vorges
welche mit ihrer Längsrichtung radial zum Metallkranze d aufgestellt sind und be
Drehbewegung des letzteren ebenfalls in Umdrehung versetzt werden, indem sie
durch den Andruck auf die Oberfläche des in der Hohlrinne befindlichen Kohle-

kgemisches selbstthätig abrollen. — Zur Schmelzung des in der Rinne befindlichen stoffes ist an geeigneter Stelle des Metallkranzes *d* eine ihrer Höhenlage nach verbare Elektrode *p* vorgesehen, die entweder automatisch geregelt oder von Hand choben werden kann. Der stromleitende Schluss wird einerseits durch den an die mquelle angeschlossenen Contact *p*, andererseits durch die mittels eines Schleifes *r* an die Rückleitung angeschlossene Welle *a* bewirkt, wobei durch die Arme des nzes *d* eine metallische Verbindung mit der feuerbeständigen gut leitenden Ausdung *f* hergestellt wird. Die Achse *a* ist in geeigneter Weise durch Isolirscheiben den übrigen stromleitenden Metalltheilen der Vorrichtung isolirt, während die an Schmelzstelle sich entwickelnden heissen Gase durch Rauchfänge ins Freie beert werden. Die Entnahme des durch den elektrischen Strom erzeugten Carbids der Hohlrinne erfolgt durch ein schräg gestelltes Messer *t*, welches, ähnlich ein Hobeleisen, die in der Hohlrinne befindliche, inzwischen wieder erhärtete oidschicht spanartig abstreift und seitlich in einen hierzu vorgesehenen Beer führt.

Auf die sonstigen Verfahren und Vorschläge sei verwiesen [1]).

Das Calciumcarbidwerk in Meran erhält von dem Elektricitätswerke der Etsch Pf., wofür dasselbe jährlich 80 000 Mark zu entrichten hat. Der für den Betrieb der Oefen ende Strom wird in 3 Umformern von je 260 KW auf eine Spannung von 33 Volt gebracht. den Betrieb ununterbrochen durchführen zu können, sind sie in Gruppen von je zweien mmengefasst; zu jeder Gruppe gehört eine auf einem Laufkrahn über beiden Oefen beweg- Elektrode, mit der abwechselnd einer der beiden Oefen betrieben wird, während der andere ert bez. frisch gefüllt wird. Längere Betriebsunterbrechungen werden nur beim Ausseln der gebrauchten Elektrode gegen eine frische nöthig. Die Herstellungskosten n sich (J. 1899, 275) folgendermaassen:

Rohmaterial: Erforderlich sind erfahrungsgemäss für 1 t Carbid		
a) 650 k Kohle	20,80	Mark
b) 940 k Kalk	15,05	„
Elektroden	13,20	„
Kraft:		
a) 6400 Pferdekraftstunden, bei einem Preise von 40 Mark pro Jahr und Pferdekraft, für die Carbiderzeugung selbst	36,65	„
b) 200 Pf. für 1 t Carbid für Zerkleinerung, Wägung, Transport, Elektrodenherstellung, Energieverlust in den Leitungen u. s. w., bei einer Production von 6,5 t des Tages	4,—	„
Handarbeit: 21 Tages- und 9 Nachtarbeiter	14,80	„
Amortisirung des Materials und der Einrichtungen	19,90	„
Generalunkosten (Gehälter, Steuern, Patentlicenzen, Miethen, Heizung, Fuhrwerk, Bureaukosten)	16,20	„
Transport von der Fabrik zum Bahnhof	2,40	„
Reparaturen und Erneuerung des Materials	6,—	„
zusammen	149,—	Mark.

Die Herstellungskosten des Carbides hängen nach Wolff (J. 1898) im entlichen ab von: 1. dem Preis der Kraft, 2. dem Preis der Rohmaterialien und on der Ausbeute. Als Kraft kommt Elektricität und für die Erzeugung derselben Wasserkräfte in Betracht. Der Kalk soll nicht mehr als 2 Proc. Beimengungen en und vor allen Dingen von Kieselsäure, Magnesia und Phosphaten möglichst frei und die Kohle, welche gewöhnlich in der Form von Koks verwendet wird, möglichst ig Schwefel und Phosphor enthalten. Die Ausbeute an Carbid bleibt noch erheblich er der Theorie zurück. Abgesehen von den Kraftverlusten, welche an den Turbinen am Transformator stattfinden und welche ungefähr 17 Proc. betragen, wird auch elektrische Energie am Ofen nur unvollkommen ausgenutzt. In gut eingerichteten

1) J. 1897, 345 bis 355; 1898, 243 bis 255; 1899, 256 bis 273.

und geleiteten Werken erhält man nur höchstens 4 k, während in den meisten Fab die Ergiebigkeit noch geringer ist und 3 k nicht wesentlich übersteigt.

Nach Liebetanz (J. 1899) verwendet das Carbidwerk Hagen i. W. vorwiegend D das Hüttenwerk „Phönix" in Berge-Borbeck nutzt Hochofengase zur Carbidfabrikation Den Energiebedarf berechnet Pictet für 1 k Calciumcarbid mit 2950 w oder 3300 Watt, Si hingegen mit 4432 w oder 5130 Watt die Stunde. Nach Pictet ergibt demnach 1 eff. 24 Stunden 4,8 k Carbid, nach Sieber 3,44 k. In der Praxis erreicht man mit geeig Oefen in 24 Stunden für 1 KW 5 und für 1 eff. Pf. 3,68 k Carbid. Die zur Erzeugun 1000 k Carbid demnach erforderlichen 200 KW bedingen 272 an den Ofenelektroden v bare Pf. Unter ausgiebiger Berücksichtigung aller Kraftverluste und unter Zugrundel eines Nutzeffectes von nur 75 Proc. der elektrischen und Antriebsmaschinen wären rund 4 nothwendig, um obige 272 eff. Pf. an den Ofenelektroden zu erhalten.

Die Berechnungen des Wärmebedarfes für die Carbidbildung sind also sehr verschi Entsprechend

$$CaO + 3C = CaC_2 + CO$$

wollen Einige (J. 1895, 298) nur 2C auf 3000° oder gar nur auf 2000° erhitzen, Andere ab auf 3300° (J. 1899, 273). Jedenfalls wird die spec. Wärme der Kohle erheblich grösser als bei gewöhnlicher Temperatur [1]) und ferner ist der Wärmeverlust für das mit etwa 2500 weichende Kohlenoxyd zu berücksichtigen.

Somit würde sich folgender Wärmebedarf für die Bildung von Calciumcarbid ergeben

Erhitzen von 24 k Kohlenstoff (C_2) auf 3000°	360 hw
Reduction von 56 k Kalk (CaO) zu 40 k Ca [2])	1314 „
Erhitzen von 40 k Calcium auf 3000° (spec. W. 0,18) . .	216 „
	1890 hw
C + O = CO (vgl. S. 37) = 294 hw; 28 k Kohlenoxyd auf 2500° 174 „	120 hw
Wärmebedarf für 64 k CaC_2	= 1770 hw
„ „ 1 k Carbid	= 28 „

Diese 2800 w sind nach S. 528 = 3,24 Kilowattstunden oder 4,4 Stundenpferd [3]); würde 1 Pf. in 24 Stunden theoretisch 5,4 k Carbid liefern können, unter Berücksichtigun Wärme- und Kraftverluste aber wohl höchstens 4 k Carbid, wenn nicht die Wärme des C und Kohlenoxyds zur Vorwärmung der frischen Mischung ausgenutzt wird. Ueber Pic Verfahren liegen noch keine Ergebnisse vor.

Die Verwendung des Calciumcarbids für die Herstellung von Acetylen wurde bereits und 145 besprochen.

Kohlensäure, Sauerstoff, Wasserstoffsuperoxyd.

Kohlensäure. Seitdem flüssige Kohlensäure in den Handel gebracht wird (S. hat sich der Verbrauch derselben für Mineralwasserfabriken, Bierdruckapparate, maschinen u. dgl. bedeutend gehoben.

Grosse Mengen Kohlensäure entweichen besonders am Rhein (Laachersee u. aus Quellen oder Bohrlöchern dem Boden, ferner bei Eyach und Börstingen am Ne Die Kohlensäurequelle bei Sondra in Thüringen liefert stündlich 1000 cbm Kohlen von 10 Atm. Druck. Das Gas ist frei von übelriechenden und übelschmeckende standtheilen und enthält über 99 Proc. Kohlensäure, der Rest ist Stickstoff. Von letzteren lässt es sich durch das Luhmann'sche Verfahren (J. 1897) reinigen. selbe besteht darin, Kohlensäure und Stickstoff bei hohem Drucke durch Wasser a biren zu lassen, darauf den Stickstoff aus dem Wasser durch reine Kohlensäure a

1) Die spec. Wärme von Holzkohle ist nach Weber zwischen 0—24° = 0,163, zwi 0—224° = 0,239; Graphit bei 10° = 0,16, bei 200° = 0,296, bei 1000° = 0,47; für 300 also als mittlere spec. Wärme mindestens 0,5 anzunehmen.

2) 1 k Ca zu CaO (in Lösung) 3284 w.

3) Die Bildungswärme von Calciumcarbid ist nach Forcrand (J. 1895) nur 10 1 k CaC_2, also unbedeutend.

en und die nun reine Kohlensäure bei niedrigem Drucke aus dem Wasser ausheiden. Die Kohlensäure wird dann durch Druckpumpe verflüssigt, und kommt in lflaschen in den Handel [1]).

Künstlich wird Kohlensäure meist nach dem Ozonf'schen Verfahren gewonnen. selbe beruht darauf, dass kohlensaurer Kalk und Koks oder Koks allein in geeten Oefen gebrannt, bez. verbrannt werden. Die sich entwickelnden Gase werden in Berührung mit Soda oder Potaschelösung gebracht, wodurch die Kohlensäure nden wird:

$$CO_2 + K_2CO_3 + H_2O = 2KHCO_3,$$

h Erhitzen der entstandenen Bicarbonatlösung im sog. Abtreiber wird die Kohlene wieder freigemacht und Monocarbonat zurückgebildet nach der Gleichung

$$2KHCO_3 = K_2CO_3 + H_2O + CO_2,$$

uf die Kohlensäure durch Druck verflüssigt wird. Die sich beim Brennen des kes bildenden Gase werden zunächst zur Heizung des Abtreibekessels benutzt, in hem sich die Bicarbonatlauge befindet, und gelangen dann in die Waschthürme. es sind Cylinder aus Eisenblech, welche innen ausgemauert und mit Kalksteinen llt sind. Die Rauchgase treten am Boden des ersten Thurmes ein, steigen in demen in die Höhe, werden durch Rohrleitung in den zweiten Thurm geführt u. s. w. n Aufsteigen in den Thürmen treffen die Gase mit Wasser zusammen, welches mittels ise in den Waschthurm eingespritzt wird. In diesen Waschthürmen wird die Fluge niedergeschlagen und SO_2 an Kalk gebunden. Die nunmehr abgekühlten Gase len aus dem letzten Waschthurm durch ein Kapselgebläse abgesaugt und dann, nachsie zwecks vollständiger Befreiung von SO_2 ein mit Potaschelösung beschicktes chgefäss passirt haben, in die Absorptionsapparate gepresst. Meist sind mehrere arate nebeneinander geschaltet, durch welche die Rauchgase der Reihe nach durchmen. Es sind cylinder- oder kastenartige Behälter aus Eisenblech, häufig mit Rührk versehen, in welchen sich Soda- oder Potaschelösung befindet. Die Gase treten Boden des Apparates durch ein Siebrohr ein, durchstreichen in kleinen Blasen die ge, wobei ihnen ein Theil der Kohlensäure entzogen wird. Das übrige Gas sammelt über der Lauge, steigt in dem Apparate in die Höhe und trifft dabei mit weiterer ge zusammen, die durch feine Düsen in die Absorptionsapparate eingepumpt wird, urch ebenfalls Kohlensäure gebunden wird. Haben die Gase in dieser Weise ntliche Apparate durchzogen, so gelangen dieselben ins Freie. — Die mit Kohlene gesättigte Lauge fliesst durch Uebersteigrohre in einen Behälter ab, wird von dort els Pumpe zunächst in den Vorwärmer gepumpt, wo sie durch die von dem Abtreiber iessende Monocarbonatlauge auf etwa 70^0 vorgewärmt wird, und gelangt dann in Abtreibekessel. Dieses ist ein Röhrenkessel, welcher dem Kalk- oder Koksofen ebaut ist, und in welchem die mit CO_2 gesättigte Lauge zum Sieden erhitzt wird. der Siedhitze gibt die Lauge ihre Bicarbonatkohlensäure ab und fliesst dann nach erwähnten Vorwärmer, in dem sie durch die nach dem Abtreiber fliessende Bicaratlauge vorgekühlt wird, gelangt dann in den Nachkühler und weiter in ein zweites ervoir, aus welchem sie durch eine Pumpe wieder in die Apsorptionsapparate gepumpt d, um den Kreislauf von Neuem zu beginnen. — Die in dem Abtreiber freiwerdende nlensäure sammelt sich im Dome und gelangt von hier, mit Wasserdampf gemischt, ächst in den Condensator, in welchem sich der Wasserdampf niederschlägt, und dann len Gasometer. Aus diesem wird die Säure durch eine Pumpe abgesaugt; dieselbe chzieht zunächst einen mit Chlorcalcium gefüllten Trockenthurm und hierauf einen

1) Kohlensäureflaschen sollen nach ihrer Herstellung ausgeglüht werden, um Explosionen verhüten. (Vgl. J. 1896, 453; 1897, 531.)

zweiten Thurm, in welchem sich frisch geglühte Holzkohle befindet, wodurch mecha mitgerissene Verunreinigungen und Riechstoffe entfernt werden. Nunmehr gelang Kohlensäure in die Druckpumpe (J. 1898).

Raydt (J. 1897 und 1898) verbesserte das Verfahren dadurch, dass für die sorption und für die Abgabe der Kohlensäure festes, trockenes Natriumcarbonat wendet wird. Man bringt das Natriumcarbonat als Pulver in einem geschlossene hälter in Gegenwart der für die Umwandlung in Bicarbonat nöthigen Menge Feuc keit so lange in Berührung mit dem Kohlensäure enthaltenden Gasgemisch, bis die wandlung des Monocarbonats in Bicarbonat ganz oder theilweise erfolgt ist. wird die Zuleitung des Gasgemisches abgesperrt, und man treibt durch einfache hitzen des Bicarbonatpulvers die Kohlensäure wieder aus, worauf das verbleib Monocarbonat wieder mit dem Kohlensäure enthaltenden Gasgemisch behandelt und so fort.

Nach ferneren Angaben desselben (J. 1899) wird die zur Zersetzung des gebil festen Bicarbonats benöthigte Wärmemenge ganz oder theilweise dadurch zuge dass man erhitzte Kohlensäure durch das Bicarbonat hindurchleitet. Die in dem O (Fig. 551) entwickelten Heizgase gehen bei offenem Schieber *S* und geschloss Schieber *S*¹ durch die Kanäle *J*, um das im Apparat *E* befindliche Bicarbonat z hitzen, und dann d den Wascher *K* und Ventilator *H* in zweiten Apparat *L*, hier das Monocarbon Bicarbonat umzuse worauf die nicht brauchten Abgase in Freie geleitet wer Der Weg dieser Gas durch gefiederte P angedeutet. — In Ofen *C* ist eine schlange *D* eingel welche durch die spülenden Heizgase wärmt wird. Durch d Rohrschlange *D* wird reine Kohlensäure mittels der Pumpe *A* hindurchgepumpt erhitzt; dieselbe tritt mit hoher Temperatur in das Innere des Entwickelungsappar *E*, wo sie das Bicarbonat durchströmt. Die eingeleitete Kohlensäure sammt der der Zersetzung des Bicarbonats entwickelten Kohlensäure gelangt von *E* nach ei Gasbehälter *B*. Von hier wird die zur Heizung verwendete Kohlensäure wieder der Gaspumpe *A* angesaugt, um im Kreislauf wieder verwendet zu werden, wäh der durch die Entwickelung gewonnene Ueberschuss an Kohlensäure durch ein einem gewissen Ueberdruck abblasendes Regulirventil *R* durch den Trockner *F* in Gasometer *G* gelangt und von hier aus beliebig weiter benutzt wird. Der Weg Kohlensäure ist durch ungefiederte Pfeile angedeutet.

Fig. 551.

Sauerstoff. Zur industriellen Herstellung des Sauerstoffs hat sich das fahren von Gebr. Brin bewährt; diese haben die praktischen Schwierigkeiten Boussingault'schen Vorschlages überwunden, nach welchem Baryt im Luftst erhitzt und das gebildete Baryumsuperoxyd durch stärkeres Erhitzen wieder zerlegt w — Damit der Baryt porös und hart ist, wird er durch Glühen von Baryumnitrat

ellt. Das Nitrat wird allmählich in Scharmottetiegel gefüllt, welche in einem ksfeuer auf ungefähr 880° erhitzt waren; es schmilzt schnell und tritt auch bald, er Entwickelung von Sauerstoff und Stickoxyden, Zersetzung ein. Diese Zersetzung ert ungefähr 3 Stunden, während welcher Zeit der Tiegelinhalt durch die Gaswickelung in lebhafter Bewegung bleibt. Es bleibt eine poröse Masse zurück, che noch eine Stunde lang geglüht wird, um die Zersetzung zu vollenden. Man ilt auf diese Weise einen porösen und gleichzeitig harten Baryt. — Zur Reinigung · Luft dienen Trockenkammern, welche mit gebranntem Kalk gefüllt sind, und ein Stücken von Aetznatron gefüllter Thurm. Die Luft wird erst über dem Kalk, n durch das Aetznatron geleitet und ist beim Austritt aus den genannten Reinigungsmern fast frei von Kohlensäure und Wasser.

Ursprünglich wurden wagrecht eingemauerte Stahlretorten zum Erhitzen des yts benutzt, und zwar wurde zur Oxydation ein Luftstrom bei ungefähr 600° unter m Ueberdrucke von etwa 3/4 Atm. hindurchgeleitet, während die Desoxydation bei a 850° unter Zuhilfenahme von Vacuumpumpen ausgeführt wurde. — Es wurde n ermittelt, dass bei einer Temperatur von etwa 700° ein Luftstrom unter einem erdrucke von etwa 3/4 Atm. genügende Oxydation des Baryts bewirkte, und dass gebildete Baryumsuperoxyd bei derselben Temperatur und in einem Vacuum von n Quecksilbersäule einen grossen Theil seines Sauerstoffs wieder abgab. Theoisch kann 1 k Baryt ungefähr 1,2 hl Sauerstoff absorbiren und selbstverständlich diee Menge wieder abgeben. Bei der alten Praxis unter Anwendung verschiedener nperaturen für Oxydation und Reduction erhielt man ungefähr die Hälfte der theoschen Menge, während man bei dem jetzigen Verfahren durch einmalige Oxydation Reduction nur etwa 10 *l* Sauerstoff für 1 k Baryt erhält. Während aber eine ne Operation nach dem ursprünglichen Verfahren 4 Stunden in Anspruch nahm, n dieselbe jetzt alle 10 bis 15 Minuten wiederholt werden, so dass die in einer ebenen Zeit erzielte Sauerstoffmenge trotzdem bedeutend grösser ist als früher. Bei verwendeten Apparat (Fig. 552 bis 554) werden die Heizgase in dem durch nung *D* beschickten Generator *A* erzeugt. Die Luft tritt bei der verstellbaren

Fig. 552.

Fig. 553.

Fig. 554.

nung *E* ein. Die Generatorgase werden in der Kammer *B* verbrannt. Die äle *c* führen dem Verbrennungsraume die erforderliche Luft zu. Die heissen Vernungsproducte werden durch die Oeffnungen *e* den Retortenräumen zugeführt, von

wo sie nach Umspülung der Retorten am unteren Theile der Retortenkammer i Richtung der Pfeile in den Fuchs abgesogen werden. Eine Pumpe saugt die zur oxydbildung erforderliche Luft an und drückt dieselbe durch die Reiniger. Diese vermittels Rohrleitungen und Ventile so verbunden, dass ein oder zwei Kalkreinige einem Aetznatronreiniger zusammengeschaltet werden können. Die Luft geht von durch einen selbstthätigen Umschalter in die Rohrleitung *b*, welche dieselbe den theilungsventilen *v* und *l* auf dem Ofen und durch diese zunächst den äusseren R von Retorten zuführt, in welchen die Luft abwärts gedrückt wird, um von unte durch Verbindungsröhren in die inneren Retortenreihen überzutreten und in diesen wärts zu steigen. Aus diesen Retorten wird die sauerstoffarme Luft durch ein ül angebrachtes Ventil abgelassen. Die Ventile *V* und *l* sind derartig eingerichtet, der Luft auch die entgegengesetzte Richtung ertheilt werden kann. — Ist die Oxyd genügend vorgeschritten, so stellt der Umschalter die Ventile derart, dass die Rei ausgeschlossen und die Saugcylinder der Pumpe mit den Retorten verbunden we Durch die Druckverminderung in den Retorten schliesst sich das Luftablassventil selbst und stehen dann die Rohrleitungen *n* und *o* mit der Rohrleitung *b* in Verbin Sobald in den Retorten ein Vacuum von etwa 5 cm Quecksilbersäule erreicht ist ginnt die Sauerstoffabgabe. Das Gas wird durch die Pumpe nach dem Gaso gedrückt.

Bowmann (J. 1891) empfiehlt die Gewinnung von Sauerstoff mit einem Gemisc Braunstein und Natriumhydrat, welches bei einer Temperatur von etwa 450° in einem atmosphärischer Luft in mangansaures Natrium verwandelt, dann in einem Wasserdampf wieder in Braunstein und Natriumhydrat und Sauerstoff zerlegt und im Luftstrom wied mangansaures Natrium zurückverwandelt wird. Das Product wird in Retorten eingefüllt, w in zwei Gruppen unter einander und durch geeignete Umsteuerungen derart mit Dampf Luftleitung einestheils und Ableitungsrohren für Stickstoff und Sauerstoff anderentheils bunden sind, dass abwechselnd die eine und dann die andere Gruppe mit Luft- und Stic leitung und dann mit Dampf- und Sauerstoffleitung in Verbindung gebracht werden kann, i einen Gruppe also Sauerstoff aufgenommen wird, während die andere ihn abgibt, und umge — Chapman (J. 1893) will Luft durch flüssiges Aetznatron pressen, in welchem das gepu Manganoxyd vertheilt ist.

Desgl. Fanta (J. 1892 u. 1894) nach:

$$21NaHO + 5Mn_2O_3 + 15(O + N_4) = 10Na_2MnO_4 + NaHO + 10H_2O + N_{60}$$

$$10Na_2MnO_4 + NaHO + 10H_2O = 21NaHO + 5Mn_2O_3 + O_{15}.$$

Aehnlich Lapointe (J. 1897). — Parkinson (J. 1892) empfiehlt Permanganat.

Kassner empfiehlt Calciumplumbat, Ca_2PbO_4. Durch Erwärmen mit Alkalicar zerfällt dieses in Calciumcarbonat und Bleisuperoxyd; letzteres gibt beim weiteren Er freien Sauerstoff; das zurückbleibende Gemenge von Bleioxyd und Calciumcarbonat geht stärkeren Erhitzen und Ueberleiten von Luft wieder in Calciumplumbat über. Auch C (J. 1893) will Calciumplumbat verwenden [1].

Verflüssigung atmosphärischer Luft nach Linde (J. 1896). man ein Gas unter einem gewissen Druck in einen Raum ausströmen, in welche niedrigerer Druck herrscht, so ist die Temperatur des ausgeströmten Gases, nachd wieder zur Ruhe gelangt ist, dieselbe, welche ihm vor dem Ausströmen eigen wa lange das Gas vollkommen den Gesetzen von Mariotte und Gay-Lussac Sobald aber mit einer Volumvergrösserung ein Verbrauch von latenter Wärme Ueberwindung dieser inneren Kräfte verbunden ist, so wird das Gas nach der strömung eine niedrigere Temperatur zeigen als vorher. Nun sind bekanntlic atmosphärische Luft die genannten Gesetze selbst bei gewöhnlichem Wärmezu nicht streng richtig, und haben insbesondere die Versuche von Thomson und J

1) Vgl. J. 1885, 329; 1887, 611; 1888, 550; 1889, 498; 1890, 567; 1891, 1896, 454.

ben, dass thatsächlich bei dem Ausströmen eine gewisse Abkühlung eintritt, und beträgt diese Abkühlung in Graden

$$\delta^0 = 0{,}276\ [p_2 - p_1] \left(\frac{273}{T}\right)^2,$$

$p_2 - p_1$ die Druckdifferenz in Atmosphären und T die absolute Ausflusstemperatur ıtet. Je mehr das specifische Volumen der Luft (durch Druckvermehrung und peraturverminderung) verkleinert wird, desto erheblicher ist diese Abkühlung. In 555 stellt C einen Compressor dar, mittels dessen die Luft vom Drucke p_1 auf den ren Druck p_2 versetzt wird, i sie sich von der Temperatur t_1 ie Temperatur t_2 erwärmt. Indem uft alsdann den Kühlapparat K zieht, in welchem ihr durch wasser oder durch eine andere gbare Kältequelle Wärme ent- wird, sinkt ihre Temperatur onstantem Druck p_2 von t_2 auf t_3. iesem Zustande wird die Luft Gegenstromapparat G_1 zuge- und wird beim Durchgang durch lben ihre Temperatur weiterhin t_4) herabgemindert. Am Ende s Gegenstromapparates G_1 be- sich nämlich ein Regulirventil R_1, durch welches die Luft in das (ebenfalls ältig gegen Wärmeaufnahme geschützte) Gefäss V_1 ausströmt, woselbst der k p_1 herrscht. — Nach dem Ausströmen wird die Luft eine Temperatur t_5 n, welche um so tiefer unter t_4 liegt, je grösser die Druckdifferenz $p_2 - p_1$ und efer die Temperatur t_4 ist. Mit der Temperatur t_5 wird nunmehr die Luft in Gegenstromapparat G_1 der ankommenden Luft entgegengeführt und wird hier- deren Temperatur von dem Ausströmen weiter erniedrigt, so dass die beiden peraturen t_4 und t_5 fortdauernd sinken, so lange, bis eine Zuführung von Wärme ussen oder bis ein Freiwerden von Wärme im Innern den Beharrungszustand her- . Das letztere tritt ein, sobald die Abkühlung bis zum Condensationspunkt der sphärischen Luft vorgeschritten ist, indem alsdann eine Verflüssigung beginnt, bei ner latente Wärme frei wird. Nach eingetretenem Beharrungszustand wird ein bestimmter und sich selbst regelnder Theil der ausströmenden Luft in flüssigem und sich im Gefäss V_1 sammeln, während der übrige Theil durch den Gegenstrom- rat zum Compressor C zurückkehrt. Die im Gefäss V_1 angesammelte Flüssigkeit gelangt durch ein zweites Regulirventil R_2 in das Gefäss V_2, in welchem atmo- ischer Druck p_0 herrscht. Bei der Druckreduction von p_1 auf p_0 verdampft ein l der Flüssigkeit, und zwar ein Theil des Stickstoffes. Indem alsdann der Flüssig- in dem Gefässe V_2 Wärme dadurch zugeführt wird, dass ein mehr oder weniger er Theil der vom Compressor C auf p_2 gebrachten Luft durch die Spirale s strömt, die Abdampfung des Stickstoffes beliebig weiter geführt und alsdann durch den h die verbleibende Sauerstoffmischung (bez. der reine Sauerstoff) zum Abfluss cht werden. Der bei A entweichende Stickstoff tauscht in einem Gegenstrom- rat G_2 Wärme gegen die ankommende comprimirte Luft aus. Wenn der Sauer- nicht als Flüssigkeit, sondern als Gas gewonnen werden soll, so lässt man die igkeit durch den Gegenstromapparat G_3 einer dritten Partie der comprimirten Luft

Fig. 555.

entgegenströmen, wobei die zur Verdampfung und Wiedererwärmung des Sauers
erforderliche Wärme der comprimirten Luft entzogen wird. Auf solche Weise wird
vollständige Wiedergewinnung der zur Abkühlung und Verflüssigung der Luft
gewendeten Kälte erreicht und hat die Maschine lediglich die zur Deckung der Ver
erforderliche Kälte zu produciren. Zur Füllung der Maschine mit Gas und zum E
des verflüssigten Gases dient die Speisepumpe P.

Die Herstellung von 1 k flüssiger Luft erfordert nach Linde (J. 1899) noch eine Ei
von etwa 3 Pf., doch wird man die letztere bei Vervollkommnung der Maschinen auf 1
vermindern können. Bei Herstellung grösserer Mengen wird der Kostenpreis 0,1 Mark betr
Zur Aufbewahrung kleiner Mengen bedient man sich doppelwandiger, im Zwischenraum
cuirter Glasflaschen, deren Aussenseite versilbert ist, um die Aufnahme von Strahlungswär
verhindern. Aus einer gut evacuirten Flasche ist der letzte Rest flüssiger Luft erst
14 Tagen verdampft. Für grössere Mengen sind noch keine entsprechenden Behälter vorha
die Verdampfung beträgt bei der Aufbewahrung in offenen Metallschalen 2 Proc. und es ist
nicht zu hoffen, dass es gelingt, den Verdampfungsverlust unter 1 Proc. herabzusetzen. —
Verwendung der flüssigen Luft in der Technik wird nach Linde nur eine beschränkt
können. Die grossen Erwartungen, die sich in dieser Beziehung an die flüssige Luft gek
haben, schiessen weit über das mögliche Ziel hinaus. Die technische Verwerthungsmöglic
regelt sich nach folgenden Gesichtspunkten: 1. Ausnutzung der tiefen Siedetemperatu
flüssigen Luft (— 190°); 2. Ausnutzung der Energie, zu motorischen Zwecken; 3. Ausnu
der Eigenschaft der Flüssigkeit, um so sauerstoffreicher zu werden, je länger die Verdam
anhält. Wegen des Kostenpunktes ist an die Benutzung als Kältemittel nur für den F
denken, wenn es sich um so niedrige Temperaturen handelt, dass diese mittels Kältemasc
nicht mehr herzustellen sind (die Grenze liegt bei — 50°), es müsste denn der Kostenpunkt
haupt nicht in Betracht kommen. Im Uebrigen bietet die flüssige Luft ein ausgezeic
Mittel für medicinische Zwecke; man kann Krankenzimmer mittels derselben gleichzeitig k
und ventiliren (sauerstoffreiche Luft!). Zur Leistung mechanischer Expansionskraft spie
nur eine untergeordnete Rolle. Der Gedanke, einen rationellen Motor herzustellen, ist ni
verwirklichen. Wo es sich nicht um den Kostenpunkt handelt, steht auch hier der Vo
ausser Frage. Man wird z. B. die Leistungsfähigkeit eines Torpedos wesentlich erhöhen kö
wenn man statt comprimirter Luft flüssige Luft verwendet. Die sauerstoffreichen Gem
werden zur vollkommeneren Verbrennung namentlich minderwerthiger Kohlen herange
werden können. Zu erwähnen ist die Verwendung von Petroleum und Kohlepulver mit flü
Luft zu Sprengzwecken. (Vgl. S. 606.)

Von Ladenburg (J. 1899) wurden folgende Siedepunkte und Schmelzpunkte bestim

	Siedepunkt	Druck mm	Schmelzpunkt
Sauerstoff	— 181,4°	745	—
Stickoxyd	— 142,4	757	— 150,0°
Ammoniak	—	—	— 77,05
Methan	— 152,5	749	—
Aethan	— 85,4	749	— 171,4
Aethylen	— 102,65	757	—

Ozon. Von den zahlreichen Vorschlägen zur Herstellung von Ozon [1]) mög
folgender erwähnt werden. Nach Tindal (J. 1895 u. 1899) liegt in dem Gehä
(Fig. 556) die halbcylinderförmige Rinne b mit einer Emailleschicht. Die Rinne

Fig. 556.

1) J. 1890, 571; 1891, 526; 1892, 410; 1893, 479; 1894, 415; 1895, 369; 1897,
1898, 319; 1899, 320.

ler Glasscheibe c bedeckt, welche durch gebogene, federnde Blechstreifen gehalten die wieder durch Schrauben niedergedrückt werden. Die Glasscheiben sind mit Reihe von Bohrungen versehen, durch welche Schrauben f hindurchfassen, in deren ılitztem Kopf f_1 die halbkreisförmigen Metallscheiben g befestigt sind. Durch ern h werden die Schrauben und mit ihnen die Scheiben g in ihrer Lage gehalten. Anschluss der Hochspannungsleitung erfolgt direct an den Schrauben f, während ınschluss der zweiten Leitung direct an das Gehäuse a erfolgt. Das zu ozonisirende wird durch die Oeffnung k in den durch die Rinne b und die Glasscheiben c geten Kanal ein- und durch die Oeffnung k_1 wieder ausgeleitet; während das Gas die e durchströmt, tritt der Strom in dunklen Entladungen zwischen g und b ganz ımässig über.

Empfohlen wird das Ozon zum Bleichen von Garn, Dextrin u. dgl.; zum Verdicken von ıl, Geschmacksverbesserung der Spirituosen u. dgl. Es wurde ferner gefunden, dass, wenn ıer zu sterilisirenden Flüssigkeit ausser den Bacillen oxydirbare Stoffe enthalten sind, beim einleiten, in der Regel zuerst alle Oxydationen vorgenommen und dann erst die Bacillen tet werden; die Vernichtung der Bacillen jedoch geschieht beinahe augenblicklich und ckt sich auf alle untersuchten Arten, also auch auf Cholera, Typhus, Milzbrand u. dgl. oder rankheitserreger überhaupt. Für die Technik der Sterilisirung von unreinem Wasser ; sich hieraus, dass das Ozon nur da mit Vortheil sich verwenden lässt, wo das Wasser s ziemlich rein ist. Wo jedoch das Wasser viele faulige Bestandtheile enthält, wie es zum auch in Flüssen der Fall ist, wäre diese Methode zu theuer. — Das reine Ozon, oder die ozonisirte Luft ist durchaus verschieden von der Waldluft, welche man sonst als ozonhaltig rt; das reine, weder salpetersaures Ammoniak, noch Wasserstoffsuperoxyd, noch andere enthaltende Ozon riecht „muffig“, wenn dieser Ausdruck gestattet ist, und auch in grosser innung nicht angenehm und erfrischend; in concentrirtem Zustand afficirt es unsere ungsorgane etwa wie Chlor. Auch der Geruch frischer Wäsche ist von demjenigen des s ganz verschieden. Die Einführung von Ozon in Räume mit verdorbener Luft würde die darin befindlichen Menschen kaum angenehm berühren. (J. 1894, 417.)

Wasserstoffsuperoxyd, H_2O_2, ist in den letzten Jahren von grosser Bedeutung rden[1]). Zur Herstellung desselben wird Baryumsuperoxyd (S. 680) langsam in er eingerührt. Die Mischung wird dann sich selbst überlassen und nur alle halbe len 10 Minuten lang umgerührt bis zu vollendeter Hydratisation. Die Arbeit errt 3 bis 4 Stunden, nach welcher Zeit das Baryumdioxyd in einen dicken, vollig weissen Brei umgewandelt ist. Inzwischen hat man sich in einem mit Blei legten Gefässe eine Mischung von Wasser und Fluorwasserstoffsäure hergestellt das Gefäss selbst mit Eis derartig gekühlt, dass das Säuregemisch auf 10° abhlt wird, welche Temperatur während der Umsetzung nicht überschritten werden Nun beginnt man mit dem Zusatz des Baryumdioxydhydrats in Mengen von über 1,5 bis 2 k auf ein Mal und unter fortwährendem Rühren. Die ganze ;e des Hydrats sollte in etwa 2 Stunden eingetragen sein und wird das Rühren ınden lang fortgesetzt. Nach dem Absetzen des Niederschlages wird die übernde Flüssigkeit in ein anderes in gleicher Weise gekühltes Gefäss abgelassen. klare Flüssigkeit enthält einen Ueberschuss von Säure und die Verunreinigungen, ıe aus den Rohstoffen stammen (Eisenoxyd, Thonerde und Manganoxyd). Zu r unreinen Lösung werden nun vorsichtig kleine Mengen Baryumdioxydhydrat zt, bis alle Säure neutralisirt ist. Die Flüssigkeit verliert dann plötzlich ihre Farbe. Jetzt kommt es darauf an, die Lösung schnell durch Filtration von dem erschlage zu trennen. Das Filtrat muss sofort angesäuert und mit Schwefelsäure Baryt befreit werden. Man lässt den ausgefällten schwefelsauren Baryt über t absitzen und zieht die klare Superoxydlösung durch Heber ab. Oft wird auch

1) J. 1887, 611; 1888, 551; 1889, 499; 1890, 570; 1891, 533.

das mit Wasser angerührte Baryumsuperoxyd mit Kohlensäure unter Druck oder Phosphorsäure zerlegt.

Wasserstoffsuperoxyd lässt sich nach Wolffenstein (J. 1896) durch Destillation centriren, es muss aber neutral oder sauer reagiren. Es darf keine Stoffe enthalten, w zersetzliche Peroxyde liefern, wie z. B. die Schwermetalle, und es muss frei sein von unlösl Stoffen jeder Art, auch von ganz indifferentem chemischen Charakter, wie z. B. Sand. solches Wasserstoffsuperoxyd kann dann mit oder ohne Hilfe des luftverdünnten Raum auf etwa 50 Proc. concentrirt werden. Soweit eingedampft, kann es nun entweder im Va direct weiter erhitzt werden, wobei mit steigender Temperatur höher concentrirte chemisch Wasserstoffsuperoxydlösungen überdestilliren, oder es kann zuerst mit einem in Wasser löslichen Extractionsmittel, z. B. Aether, ausgezogen werden. Der Aether wird abdestillir das Wasserstoffsuperoxyd, wie oben, aus dem Wasserbade abdestillirt, wobei dann bei 6 Druck und 84 bis 85° 99proc. chemisch reines Wasserstoffsuperoxyd überdestillirt.

Das Wasserstoffsuperoxyd wird vornehmlich zum Bleichen von Federn (24 Stunden in einem ganz schwach ammoniakhaltigen Bade zu wiederholen) und von Tussahseide (welc gar nicht angreift, während Baryumsuperoxyd derselben ihren Glanz raubt) verwendet, au Wolle, Elfenbein; auch für analytische Zwecke wird es vielfach gebraucht.

IV. Abschnitt.

Glas, Thonwaaren und Mörtelstoffe.

Glasfabrikation.

Geschichte. Glas ist schon seit den ältesten Zeiten bekannt, doch weiss man nicht, ind wann es zuerst hergestellt wurde. Da aber der Belustempel in Aegypten, dessen Alter 2 000 Jahre geschätzt wird, aus gebrannten Ziegelsteinen hergestellt ist, welche dann auch Glasur versehen wurden, so wird die Auffindung des Glases auch nicht viel später erfolgt Die Herstellung des Glases scheint dann zuerst in Aegypten vervollkommnet zu sein. So n sich auf den Reliefs der Königsgräber von Beni-Hassan am rechten Nilufer, die unter der Dynastie, also etwa 1800 Jahre v. Chr. entstanden sind, neben anderen Gewerbtreibenden Glasbläser in Thätigkeit. Aus dem 17. Jahrh. v. Chr. stammen eine blaue und weisse gläserne , welche zeigt, dass die Aegypter schon damals die Kunst des Ueberfangens und die Anwen- des Schleifrades kannten. Sesostris liess im J. 1643 v. Chr. eine Bildsäule aus smaragd- em Glase giessen. Im alten Theben ist eine, der Königin Kamaka geweihte Schmuckperle ingeschliffenen Inschriften aus dem 15. Jahrh. v. Chr. aufgefunden. Hauptsitze der alten ndustrie waren Alexandria und die phönicischen Städte Sidon und Tyrus; den erforderlichen lieferten namentlich die Ufer des Belus, die Soda die Natronseen bei Memphis. Im Mittel- lieferte der Orient nur schlechtes Glas.

In Rom wird ägyptisches Glas zuerst von Cicero erwähnt; dann kommen ägyptische bläser nach Rom. Hier entwickelte sich die Glasindustrie derart, dass schon zur Zeit des o werthvolle Kunstwerke aus den römischen Hütten hervorgingen. Als Trinkgefässe wurden n allgemeiner geschliffene Gläser verwendet, die Wände mit kostbaren Glasmosaiken be- et; in Pompeji kannte man bereits Glasfenster.

Nach Plinius wurde 1 Th. Sand mit 3 Th. ägyptischer Soda und etwas Braunstein ver- olzen; ausserdem scheinen theilweise gefärbte Schlacken verwendet zu sein. Wie zahlreiche ysen zeigen, ist aber die Zusammensetzung der alten Gläser doch im Wesentlichen dieselbe heute, nur enthalten sie weniger Kalk, so dass es scheint, dass dieser lediglich aus den un- n Rohstoffen stammt. Nach Girardin enthielt ein in einem römischen Grabe bei Rouen ndenes Glas auch wesentliche Mengen von Blei, doch meint Peligot, dass die Alten noch en eigentlichen Bleikrystall kannten.

Mit dem Verfall Roms verloren auch die römischen Glashütten ihre Bedeutung; die Glas- r gingen auf Veranlassung von Constantin I. (330) namentlich nach Byzanz, wo sich die industrie mehrere Jahrhunderte zu grosser Blüthe entwickelte, bis sie nach dem Fall auch s Reiches nach Venedig übersiedelte. Im J. 1289 wurden die Glashütten nach Murano gt, wo die Glasbläserkunst sich zu hoher Vollkommenheit entwickelte.

Inzwischen entwickelte sich auch in Deutschland eine selbständige Glasindustrie. Das er- te Glas zeichnete sich wegen seiner Herstellung aus Holzasche als Kaliglas namentlich durch ere Widerstandsfähigkeit dem venetianischen gegenüber aus, ohne aber damals dessen nheit zu erreichen. Glasmalerei und Spiegelfabrikation sind jedoch als deutsche Erfindungen orzuheben; erstere wurde 1389 von Deutschland nach Rom gebracht, und die anfangs kleinen gel wurden im 12. Jahrhundert mit Blei-, seit dem 14. Jahrhundert mit Zinnamalgam belegt.

Immerhin war die Anwendung des Glases lange Zeit beschränkt, war es doch noch zu Luth Zeit eine Seltenheit, dass die Fenster der Privathäuser Glasscheiben hatten [1]).

Zusammensetzung des Glases. Sehen wir zunächst von den nur Alkalien geschmolzenen Gläsern ab, deren Zusammensetzung meist zwis $R_2O . 2SiO_2$ und $R_2O . 4SiO_2$ schwankt und die, von Fuchs wegen ihrer Löslichke Wasser, Wasserglas genannt wurden, so ist Glas ein durch Schmelzen hergeste Gemenge verschiedener Silicate, welches beim Abkühlen erst zähflüssig wird und zu einer amorphen, gewöhnlich durchsichtigen harten Masse erstarrt. Ausser den bindungen der Kieselsäure (die theilweise durch Borsäure ersetzt werden kann) Kalium oder Natrium müssen auch solche mit Calcium, Blei o. dgl. gleichzeitig vorha sein, um das Glas gegen Wasser u. dgl. möglichst widerstandsfähig zu machen.

Dumas meinte, Glas habe ebenso gut eine bestimmte Zusammensetzung al wisse Mineralien, oder es sei doch ein Gemenge bestimmter Silicate; die von ihm u suchten Gläser entsprechen dem Sättigungsverhältniss $Na_2O . CaO . 4SiO_2$. Da ein höherer Kieselsäuregehalt das Glas strengflüssiger und härter macht, der Kalk namentlich die Widerstandsfähigkeit gegen chemische Einflüsse bedingt, so bezeic Benrath als „Glas“ allerdings auch Silicate, deren Sättigung der allgemeinen Fo $RO . 2SiO_2$ entspricht, hebt aber hervor, die für alle Zwecke der Glasfabrik günstigste Zusammensetzung der Gläser (abgesehen von optischen Gläsern) liege zwis den Grenzen $Na_2O . CaO . 6SiO_2$ und $5Na_2O . 7CaO . 36SiO_2$, wobei Na durch K, Ca d Pb ersetzt werden kann. Daraus würden sich folgende Zusammensetzungen erge

	SiO_2	Na_2O	K_2O	CaO	Pb
$K_2O . CaO . 6SiO_2$	70,6	—	18,4	11,0	—
$Na_2O . CaO . 6SiO_2$	75,3	13,0	—	11,7	—
$K_2O . PbO . 6SiO_2$	53,2	—	13,9	—	32,
$5K_2O . 7CaO . 36SiO_2$	71,5	—	15,6	12,9	—
$5Na_2O . 7CaO . 36SiO_2$	75,5	10,8	—	13,7	—
$5K_2O . 7PbO . 36SiO_2$	51,6	—	11,2	—	37,

Zusammensetzung von im Handel vorkommenden Gläsern.

Natrongläser	SiO_2	Na_2O	K_2O	CaO	MgO	Fe_2O_3	Al_2O_3	MnO
Fensterglas von Saarbrücken	71,27	12,50	—	14,13	—	1,44	—	—
Desgl. von Witten	72,25	13,02	—	13,40	—	1,23		—
Desgl. von Stollberg	72,42	12,71	—	13,81	—	0,93		—
Glaskolben v. Stender, Gr. Rüden	73,79	13,94	0,60	8,61	0,12	0,68	0,58	0,32
Spiegelglas von Münsterbusch	72,31	11,42	—	14,96	—	—	0,81	—
Russisches halbweisses Hohlglas	74,00	17,44	—	7,35	—	0,21	0,20	0,80
Desgl.	69,99	17,96	—	9,90	—	0,39	1,11	0,65
Venetianisches Fensterglas	68,60	8,10	6,90	11,90	2,10	1,20	0,30	—
Weisses Glas von Bagneaux	72,0	17,0	—	6,4	—	1,1	2,6	—
Französisches Arzneiglas	62,0	16,4	—	15,6	2,2	0,7	2,4	—
Englisches Spiegelglas	77,36	13,06	3,02	5,31	—	0,92	Spur	—
Desgl.	78,69	11,63	1,34	6,10	—	Spur	2,68	—
Amerikanisches Pressglas	75,00	18,62	—	5,18	0,52	0,19	0,11	0,38

1) Mathesius schreibt 1562: „Lasst es auch dankens werdt seyn, dass man auch fe mit glas für wind und kelt also verwaret, das dennoch die liebe Sonne und das taglicht dad in unsere stube und camin scheinen können, wenn man die Glasscheyben in ein bley setzet, fein darneben so genau aufzwicket das sie wasser halten, oder wenn man auch tafelglasra fischschuppen und quartirfenster macht“. Vgl. auch namentlich: Agricola: De re meta 1542 und Kunkel: Ars vitriaria 1689.

Kaligläser	SiO_2	K_2O	Na_2O	CaO	MgO	Fe_2O_3	Al_2O_3	MnO
ses Glas aus Venedig . . .	68,6	6,9	8,1	11,0	2,1	0,2	1,2	0,1
l. von Neuwelt in Böhmen .	71,7	12,7	2,5	10,3	—	0,3	0,4	0,2
isches Glasrohr	73,13	11,49	3,07	10,43	0,26	0,13	0,30	0,46
l.	71,6	11,0	—	10,0	2,3	3,9	2,2	0,2
isches Spiegelglas	67,7	21,0	—	9,9	—	—	1,4	—
isches Glas, mittel	76,0	15,0	—	8,0	—	—	1,0	—

Bleigläser	SiO_2	K_2O	Na_2O	CaO	PbO	Fe_2O_3	Al_2O_3	MnO
allglas von Bonèche . . .	56,0	6,6	—	—	34,4	—	1,0	—
. aus London zu chemischen paraten	59,2	9,0	—	—	28,2	0,4	—	1,0
ösischer Lampencylinder .	48,1	12,5	—	0,6	38,0	0,5	—	—
von Guinaud	42,5	11,7	—	0,5	43,5	—	1,8	As_2O_5 Spur
. von Waldstein bei Wien .	75,24	12,51	—	1,48	10,48	Spur	Spur	—
ösisches Pressglas	50,18	11,62	—	—	38,11	Spur	0,14	Spur
sches Pressglas	61,27	7,07	7,55	1,05	22,36	—	0,86	—

Nach Zulkowski (J. 1899) muss Glas ein wahres Doppelsilicat sein und ein Gemenge von Alkali- und Kalksilicat, so dass dem Doppelsilicate die Con-ionsformel

$$\overset{II}{M}(O.SiO.O.SiO.O.SiO.O\overset{I}{M})_2$$

legt werden kann. Durch den Eintritt des zweiwerthigen Metalles muss eine ung zweier Polykieselsäuren stattfinden und in dieser Constitution dürfte vielleicht Theil die Widerstandsfähigkeit eines solchen Silicates gegen lösende Einflüsse ge- sein. Einem Silicate, welches die Basen M_2O und MO enthält, würde demnach der allgemeinen Formel

$$Si_nO_{2n-1}\left\langle\begin{matrix}O\overset{I}{M}\ \overset{I}{M}O\\ O.\overset{II}{M}.O\end{matrix}\right\rangle Si_nO_{2n-1}$$

ituirt sein müssen. Wollte man also ein Musterglas aus Quarzsand, kohlensaurem und Soda herstellen, so müsste man die Materialien in dem Verhältnisse

$$6SiO_2 : CaCO_3 : (1 + x)Na_2CO_3$$

nden, wo x den Alkaliverlust beim Schmelzen repräsentirt.

Schott hat eine Reihe Schmelzversuche gemacht, die ihm Gläser folgender Zusammen-ng ergaben:

	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII	
	Mol.	Proc.	Mol.	Proc.	Mol.	Proc.	Mol.	Proc.	Mol.	Proc.	Mol.	Proc.	Mol.	Proc.	Mol.	Proc.
. .	2	50,4	3	60,4	4	67,0	5	71,8	6	75,3	3	50,0	4	57,1	5	62,4
. .	1	23,6	1	18,8	1	15,6	1	13,4	1	11,7	1	15,6	1	13,3	1	12,6
.	1	26,0	1	20,8	1	17,4	1	14,8	1	13,0	2	34,4	2	29,6	2	26,0

Das Glas I entglaste beim langsamen Erkalten völlig, II grösstentheils und III, welche Dumas'schen Formel entspricht, wenig. Dagegen war IV, welches der Formel Na_2O . C 5 SiO_2 entspricht, sehr gut. Die Probe V konnte nur sehr schwer zum Schmelzen gebr werden, VI war zur Hälfte entglast, VII und VIII waren wieder scheinbar gut, würden aber nur wenig widerstandsfähig gewesen sein. Schott glaubt, dass sich für sämmtliche Gläse täglichen Gebrauches keine einheitliche Normalformel aufstellen lasse. Während Fenste der obigen Formel Na_2O . CaO . 5 SiO_2 entsprechen könne, müsse Spiegelglas mehr Kieselsä aber weniger Kalk, Hohlglas dagegen mehr Kalk enthalten.

Weber (J. 1879) gibt folgende Analysen bewährter Gläser:

SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	PbO	K_2O	Na_2O	SiO_2 : CaO : N
71,23	1,70	16,39	0,20	—	—	10,78	4,0 : 1 : 0,6
71,03	2,98	15,62	0,15	—	—	10,76	4,2 : 1 : 0,6
71,92	0,85	13,65	0,16	—	—	13,42	4,8 : 1 : 0,8
73,35	0,73	11,91	0,71	—	—	13,12	5,3 : 1 : 0,9
72,68	1,06	12,76	0,26	—	—	13,24	5,2 : 1 : 0,9
72,66	0,95	15,20	0,25	—	—	10,94	4,4 : 1 : 0,6
70,58	1,01	16,07	0,80	—	—	11,77	3,8 : 1 : 0,6
74,58	1,23	5,57	0,14	0,34	17,90	—	12,5 : 1 : 2
75,81	1,01	7,38	0,10	—	11,39	4,84	9,6 : 1 : 1,5
72,13	1,41	11,51	—	—	5,66	10,06	5,8 : 1 : 1
75,23	2,12	8,00	0,03	—	6,38	8,84	8,8 : 1 : 1,5
70,07	1,02	12,13	0,32	—	15,03	2,00	5,2 : 1 : 0,8
53,70	1,12	0,17	—	37,02	7,36	0,70	5,3 : 1 : 0,5
53,70	1,07	0,59	—	34,91	9,12	0,30	5,3 : 1 : 0,6
52,41	0,96	0,77	—	35,24	10,37	0,08	5,1 : 1 : 0,6
45,24	0,82	0,36	—	47,06	6,80	—	3,5 : 1 : 0,3

Weber (J. 1885 u. 1891) zeigte, dass Reinheit der Alkalien und völlige Du schmelzung die Grundbedingung eines guten Thermometerglases sind (vgl. S bewährt haben sich Gläser folgender proc. Zusammensetzung:

	Natrongläser		Kaligläser	
Kieselsäure	72,09	70,04	65,00	65,04
Thonerde	1,45	2,42	2,04	0,93
Kalk	11,20	8,20	13,58	13,67
Kali	1,88	1,63	19,51	19,45
Natron	13,41	15,32	0,07	0,00

Glas löst im feurig-flüssigen Zustande Metalle (Gold, Kupfer, Silber, E Oxyde (SnO_2, Cr_2O_3, Al_2O_3, Fe_3O_4, Mn_3O_4, SiO_2, CaO) und Salze (Calciumphosp Fluoraluminium, Natriumsulfat), bildet beim raschen Erstarren damit eine gleicha amorphe Masse, während beim langsamen Abkühlen ein Theil der gelösten S amorph oder in Krystallen ausscheidet (z. B. Kupfer, SnO_2, Cr_2O_3). Das nur mit A geschmolzene Glas entspricht derselben Sättigung; dasselbe löst in hohen Temperat bis zu 84 Proc. überschüssige SiO_2, die sich aber beim langsamen Erkalten wi ausscheidet.

Calcium kann durch Magnesium im Glase ersetzt werden. Die Gläser sind le flüssig, entglasen aber leicht.

Während dem Glassatze schon mehrfach Baryum- und Strontiumverbindungen zuge wurden, hat Benrath gezeigt, dass man zwar scheinbar auch das Alkali durch Baryt ers kann, wie die folgenden Analysen dreier Glasproben zeigen, von denen III nach Pelig St. Gobin hergestellt war:

	I	II	III
SiO_2	44,93	54,69	46,5
CaO	6,61	17,06	6,3
BaO	44,98	24,51	47,2
Al_2O_3, Fe_2O_3 . . .	3,48	3,74	—

aber diese, kaum der Sättigung $RO . 2 SiO_2$ entsprechenden Gläser selbst von verdünnten ralsäuren stark angegriffen werden. Dagegen war das folgende Glas gut, dessen Analyse I mitgetheilt ist und dessen Zusammensetzung nahezu dem Aequivalentverhältnisse Na_2O . . BaO . 9 SiO_2 entspricht:

	I	II
SiO_2	65,14	74,19
Na_2O	9,37	17,02
CaO	5,29	2,88
PbO	—	0,86
BaO	17,18	5,16
$Al_2O_3 . Fe_2O_3$	2,57	0,56
SO_3	0,45	0,28

Unter II ist die Analyse eines englischen Pressglases angegeben, dessen spec. Gewicht 1 ist; in Mastricht wird mittels Witherit ein Baryt-Bleiglas hergestellt, welches der Formel) . 2 BaO . 3 CaO . 3 PbO . 36 SiO_2 entspricht. Man kann Glasgemengen kohlensauren Baryt n verschiedensten Mengen zusetzen, je mehr dies geschieht, desto ähnlicher wird das Glas Bleiglas, aber auch desto weniger widerstandsfähig wird es gegen saure oder ätzende Chemin, weshalb es sich wenig zur Anfertigung von Laboratoriumgläsern, sondern hauptich für Luxusartikel und für optische Gläser, seines kräftigen Lichtbrechungsvermögens r, eignet. (J. 1895.)

Andererseits hat man das Calcium theilweise durch Zink ersetzt; bewährt hat sich das glas von Schott (S. 3). — Alkalifreies Glas aus Jena enthält nur Baryum, Zink, Aluminium, Kieselsäure und Borsäure. (J. 1894.) Es überrascht im Gebläse durch die ausnehmend ache Färbung; es ist glatt biegsam, allerdings schwerer schmelzbar als mittlere Glassorten. Dichte ist 2,85. Die beiden, etwas verschiedenen Proben sind nach Aequivalent-Procenten nmengesetzt genähert aus

	BaO	ZnO	Al_2O_3	B_2O_3	SiO_2
Glas I	12	4,6	3,3	15	65
„ II	12	3,7	3,7	13	68

Bemerkenswerth sind die Versuche von Lamy, Thallium in das Glas einzuführen; es g ein Glas von 5,625 spec. Gew. und 1,965 Brechungsindex zu erhalten.

Das aus unreinen Stoffen hergestellte Flaschenglas kann wegen seines hohen Gehaltes honerde und Eisenoxyd der Normalformel natürlich nur annähernd entsprechen, wie auch usammensetzung guter Flaschen zeigt. Uebersteigt aber der Gehalt an Thonerde, Kalk und lien ein gewisses Maass, so werden die Gläser minder widerstandsfähig gegen Wasser und en und somit unbrauchbar (vgl. J. 1884, 616 u. 627; 1885, 566). Folgende Analysen (siehe 692) von solchen Gläsern, die sich beim Gebrauch schlecht bewährt haben, lassen in der erkennen, dass das Verhältniss der Bestandtheile des Glases keinen allzu grossen Spielraum ttet.

Kalk-Thonerdeglas. Schon Pelouze (J. 1867) hat die Herstellung eines Thonerdes versucht; dann empfahl Korschelt die Herstellung eines weissen Glases aus Thonerde, elsäure und Kalk. Das Gemenge soll so gewählt werden, dass der Glassatz aus 55 bis 67 Th. elsäure, 10 bis 18 Proc. Thonerde und 35 bis 15 Th. Kalk besteht. Ein Gemenge von Th. Meissener Porzellanerde und 41 Th. gebranntem Kalke würde z. B. enthalten: 55,2 Proc. elsäure, 14,2 Proc. Thonerde und 30,6 Proc. Kalk. Der Kalk des Satzes kann ganz oder weise durch Magnesia oder Baryt vertreten werden; Magnesia macht den Satz schwerer elzbar (J. 1883, 592; 1888, 780; 1889, 789).

Phosphorglas aus geschmolzenem phosphorsaurem Calcium hergestellt, wird für solche sse empfohlen, welche mit Fluorwasserstoff in Berührung kommen (vgl. J. 1877, 504).

Löslichkeit des Glases. Während noch Boyle (1664) und Margraf ten, aus reinem Wasser entstehe bei fortgesetzter Destillation Erde, wussten schon nkel (1744), Lavoisier (1770) und Scheele, dass das Glas vom Wasser r oder weniger gelöst wird. Alkalireiche Gläser werden an der Luft feucht, ver-

Analysen von Flaschenglas.

	SiO_2	Na_2O	K_2O	CaO	MgO	Fe_2O_3	Al_2O_3	MnO
Gute Weinflasche von Souvigny	60,0	3,1	—	22,3	—	4,0	8,0	1,2
Gute Champagnerflasche	58,4	9,9	1,8	18,6	—	8,9	2,1	—
Flaschenglas von Follembray	61,35	2,80	2,01	24,66	—	5,51	3,67	—
Desgl. von Montplaisir	66,04	2,83	2,82	22,88	—	2,78	2,65	—
Französische Flasche, die von Wein angegriffen wurde	52,4	—	4,4	32,1	—	6,0	5,1	—
Eine desgl. englische	49,00	7,25	2,0	24,75	2,00	10,0	4,1	Spur
Englische Weinflasche gut	59,00	10,00	1,7	19,90	0,50	7,0	1,2	—
Wasserstandsglas, schlecht	69,55	13,61	0,41	15,09	0,42	0,33	0,42	—
Dasselbe von Wasser angegriffen	70,12	13,01	0,42	14,94	0,38	0,39	0,37	—
Wasserstandsglas, zerfressen	72,63	14,86	—	9,92	—	2,07 (Fe₂O₃ + Al₂O₃)		—
Blinde Glasscheibe	69,37	21,11	—	7,54	—	1,55		—
Undurchsichtiges Glas	73,64	16,54	—	7,85	—	1,59		—
Opalisirendes Spiegelglas	73,70	17,18	—	6,53	—	1,89		—
Fleckiges Fensterglas	66,47	5,61	18,79	5,60	—	3,10		—

lieren allmählich ihren Glanz und werden blind; zuweilen zeigen sie dabei ein Iri der Oberfläche. Dieselben Erscheinungen treten auf, wenn Glas längere Zeit im W oder feuchten Boden gelegen hat; das Wasser entzieht dem Glase namentlich Alkalien, die Oberfläche verliert ihre Festigkeit und blättert ab.

Benrath digerirte 16 Th. Glaspulver 3 Tage mit Wasser und erhielt in Lösung 0,193 Th. folgender Lösung:

	SiO_2	CaO	Na_2O	Al_2O_3	SO_3	CO_2 u. Ve
Verwendetes Glas	76,27	6,09	16,38	0,63	Spur	—
Lösungsrückstand	28,43	—	47,39	—	0,18	24,00

Emmerling zeigte, dass der Gewichtsverlust eines Glasgefässes durch Flü keiten abhängig ist von der Zeit des Kochens, von der Grösse der benetzten Flä von dem Zustande derselben, von der Zusammensetzung des Glases und von der N und der Concentration der Lösung (J. 1889, 796). Kreusler machte auf die Fel quellen bei Analysen aufmerksam, welche durch die alkalische Reaction des Glases anlasst werden können (J. 1884, 627). Um das Verhalten der verschiedenen Glasso gegen Wasser festzustellen, wurden Glasröhren im Halse kleiner, mit etwa 50 cc Wa beschickter Kochflaschen so befestigt, dass sie beim Kochen des Wassers als Rückf kühler wirkten. Der Kölbcheninhalt wurde dann titrirt und das Resultat auf Stick (bei Ammoniakbestimmungen) und Aetzkali berechnet. Auf 100 qc Angriffsfläch gaben sich stündlich für:

Thüringer Glas 1	24,0 mg Stickstoff
Desgleichen 2	3,2
Leicht schmelzbares Kaliglas	0,5

Nach den Versuchen von Stass halten sich im Allgemeinen die kieselsäurerei und thonerdefreien Gläser am besten; vollständig widerstand ein Glas den Angr von Säuren und verdünnten Alkalien von folgender Zusammensetzung:

SiO_2	K_2O	Na_2O	CaO
77,0	7,7	5,0	10,3

Die Anforderungen, welchen ein für chemische Zwecke bestimmtes Glas gen muss, wurden besonders von Weber, Mylius, Förster und Kohlrausch

ellt[1]). Förster zeigt, dass durch Einwirkung von gespanntem Wasserdampf ratation des Glases besonders der Alkalisilicate stattfindet, wodurch diese für kaltes ser leicht löslich werden. Nach seinen Versuchen wirken Lösungen caustischer lien auf Glas sehr viel stärker ein als Wasser, indem sie, wenn man von ganz verten Lösungen absieht, alle Bestandtheile des Glases, also das Glas als solches auf-. Natronlauge wirkt am stärksten ein, dann folgt Kalilauge und schliesslich noniak und Barytwasser. Die Steigerung der Temperatur vermehrt die Stärke des riffs der Alkalien sehr beträchtlich. Mit der Concentration der wirkenden Alkalingen wächst bei erhöhter Temperatur die Angreifbarkeit der Gläser anfangs rasch, aber alsdann nur langsam weiter zuzunehmen. Bei gewöhnlicher Temperatur en stark concentrirte Alkalilösungen schwächer als verdünntere Lösungen auf ein. Reine, nicht zu hoch concentrirte Alkalilösungen wirken schwächer auf er als solche, welche durch geringe Mengen von Kieselsäure verunreinigt sind. lensaure Alkalien greifen schon in sehr verdünnten Lösungen Glas sehr viel er an als Wasser. Ihre Wirkungsweise entspricht weniger der von caustischen lien als vielmehr derjenigen anderer Salze. Bei äquivalenter Concentration en die Lösungen von Natriumcarbonat stärker als diejenigen von Kaliumnat.

Die Einwirkung von Salzlösungen auf Glas setzt sich, je nach deren Conration und der Art des gelösten Salzes, in wechselnder Weise aus der Einwirkung Wassers und derjenigen des vorhandenen Salzes zusammen. Beide Arten des Ans werden von der Zusammensetzung des Glases verschieden beeinflusst. Von den en greifen diejenigen stärker als Wasser an, deren Säuren unlösliche Kalksalze n. Bei diesen nimmt die Wirkung mit der Concentration zu. Weniger als Wasser en die an, deren Säuren lösliche Kalksalze bilden; bei diesen nimmt die Wirkung wachsender Concentration ab.

Der Angriff des Glases durch wässerige Säurelösungen ist nicht wesentlich ngig von der Art und — innerhalb bestimmter Grenzen — von der Concentration Säuren. Der Angriff auf Glas erfolgt nur durch das in ihnen enthaltene Wasser; Mitwirkung der gelösten Säuren besteht nur darin, das in die Lösung übergehende li zu neutralisiren. Wässerige Säurelösungen greifen Glas schwächer an als reines ser. Sehr kalkreiche Gläser sowie bleireichere Flintgläser erfahren durch wässerige elösungen einen sehr starken Angriff, welcher abhängig ist von der Art und Conration der Säurelösungen. Auf gewöhnliche Kalkgläser wirkt siedende Schwefele schwächer ein als siedendes Wasser. Schwefelsäuredämpfe greifen bei hoher peratur das Glas stark an, indem Beschläge von Alkalisulfaten entstehen und been eine tiefgreifende Veränderung der Glasoberfläche.

Entglasen. Schon i. J. 1727 machte Reaumur die Beobachtung, dass Glas, ere Zeit auf eine Temperatur erhitzt, bei der es erweicht, aber nicht schmilzt, matt, ja undurchsichtig und milchweiss wird. Dumas und Peligot meinen, dass aus Glase bestimmte Silicate auskrystallisiren, der Rest gleichsam als Mutterlauge ckbleibt. Benrath findet, dass das entglaste Glas durchweg eine Steigerung des elsäuregehaltes zeigt, dass aber die Entglasung grösstentheils durch Ausscheidung krystallisirter SiO_2 und feldspathartiger Krystalle geschehe. Nach Hussack und umacher (J. 1888) bestanden die in entglastem Glase ausgeschiedenen Krystalle monoklinem Wollastonit, so dass sich monoklines Kalksilicat, $CaSiO_3$, leicht aus ern bei einem gewissen Grade der Sättigung ausscheidet; erst bei fortgesetzter

1) J. 1888, 779; 1889, 530 u. 791; 1891, 761 u. 770; 1892, 626; 1893, 677; 1894, 735.

Sättigung des Glases erscheint neben dem monoklinen auch das hexagonale Kalks möglicherweise liesse sich bei noch weiterer Sättigung letzteres allein zur Aussche bringen. Das Kalksilicat, $CaSiO_3$, für sich allein geschmolzen erstarrt immer in gonaler Form, es lässt sich in Wollastonitform auf schmelzflüssigem Wege, ohne G wart von Wasserdämpfen oder irgend welchen Aenderungen der Abkühlungsweis Gläsern zur Ausscheidung bringen, worauf ja auch schon das Vorkommen des Wollas in den Hochofenschlacken hinwies. — Beim Entleeren Siemens'scher Glasw fanden sich bis 10 cm dicke Sphärolithe, welche in Vergleich mit dem Glase fol Zusammensetzung zeigten:

	Glas	Sphärolithe
SiO_2	63,240	61,000
Al_2O_3	9,845	16,795
Fe_2O_3	4,175	6,700
MnO	10,485	3,610
CaO	4,470	3,880
MgO	0,305	—
K_2O	0,965	0,745
Na_2O	5,160	7,620

Schott findet, dass kieselsäurereiche Gläser schwer entglasen, leicht aber di kalk- und thonerdehaltigen; beim Entglasen scheidet sich kieselsaures Calcium Thonerde aus. Clemandot meint, dass jeder überschüssig zugesetzte Bestan das Glas zum Entglasen bringe, Kieselsäure sowohl als Kalk, Blei und Alkali. ferner die vom Glase ($2RO . 5SiO_2$) im feuerflüssigen Zustande gelösten Metalle, C und Salze beim langsamen Abkühlen als solche (theilweise auch wohl als Sil auskrystallisiren, so kann die Entglasung durch die verschiedensten Stoffe be werden.

Farbige Gläser. Bekanntlich werden Verbrennungsröhren bei der organi Analyse zuweilen schön roth gefärbt. Ueberzieht man Glas mit einem Gemisch Kupferoxyd und einem Bindemittel und glüht, so nimmt das Glas Kupfer auf, l aber farblos; wird es nun im Wasserstoff oder einem anderen reducirenden Gas glüht, so färbt es sich schön roth. Schöner als durch dieses sog. Lasurverfal ist der durch Schmelzen erhaltene Kupferrubin. Wird Glas z. B. mit 1 Kupferoxyd geschmolzen, so erhält man nach Zusatz von 1,5 Proc. Hammers oder 2 Proc. Zinn ein nach raschem Erkalten farbloses oder doch nur grünlich gefä Glas, welches dann aber beim Erhitzen auf die Temperatur der Erweichung plö hochroth wird. Der so erhaltene Kupferrubin enthält 0,42 bis 0,66 Proc. Ku Bei steigendem Kupferzusatz nimmt Glas höchstens 6,75 Proc. Kupfer auf, wird aber undurchsichtig. — Schubarth und Rose meinen, dass das Kupfer als Ox Pettenkofer als Silicat, Wöhler und Knapp, dass es metallisch im Glase halten sei und dass Kupfer sich wie Gold nur in hohen Temperaturen im Glase Beim Erwärmen des rasch gekühlten Kupferglases gehe das gelöste farblose K in die färbende Abart über, die geringe Temperatur gestatte aber nicht, dass dieselbe krystallinisch ausscheidet. Bei mässiger Erweichung scheide sich K in sehr kleinen zahlreichen krystallinischen Körnern aus und bilde den meist l rothen, emailartigen Hämatinon, bei höherer Temperatur entsteht Aventu (Vgl. S. 719.)

Hämatinon (Porporino oder Porpora) und Aventurin von Salviati Kupferrubin unbekannter Herkunft hatten nach Poda (J. 1897) folgende proc. Zusam setzung:

	Kupferrubin	Aventurin	Porpora
Kieselsäure	64,80	64,52	35,80
Kupferoxydul	1,63	—	7,89
Kupfer	—	4,90	—
Zinnoxydul	2,16	—	—
Eisenoxydul	} 0,44	0,68	1,29
Thonerde		2,16	0,89
Manganoxydul	1,91	0,23	1,50
Bleioxyd	10,71	3,07	39,06
Kalk	1,52	8,74	4,31
Magnesia	0,06	1,57	Spur
Kaliumoxyd	9,11	4,46	2,60
Natriumoxyd	5,13	10,22	6,31
Borsäure und Verlust	2,53	—	—

Wenn man von dem Kupfer, Eisen, Mangan und allen solchen Bestandtheilen absieht, die als zufällige Begleiter anzusehen sind, so würde die Zusammensetzung der Grundmassen enden Formeln entsprechen:

	SiO_2	PbO	CaO	K_2O	Na_2O
für Kupferrubin	10	0,45	—	0,9	0,4
„ Aventurin	10	0,13	1,67	0,44	0,15
„ Porpora	10	2,96	1,3	0,46	0,17

Das Aussehen der Einschlüsse der Porpora deutet nach Zulkowski (J. 1897) unver- nbar auf Kupferoxydul und die Färbung des Kupferrubins dürfte kaum von etwas anderem führen. Diese Annahme findet eine weitere Stütze in dem Verhalten des Glases oder glas- ger Producte im feurigen Flusse gegen gewisse fremdartige Zusätze. Man kann sich denken, nicht nur Kupferoxydul, sondern selbst Kupfer unter Mitwirkung des gebundenen Sauer- es der Schmelzmaterialien von einer gebildeten Verbindung der Schmelze anfänglich chemisch unden wird. Nach Analogie der Kupferoxydul- oder Cuprosalze ist es sehr wahrscheinlich, diese Verbindung ungefärbt ist, also auch ein farbloses Glas erhalten wird, wenn dasselbe h abgekühlt wird. Sobald aber diese Glasmasse zur beginnenden Erweichung erhitzt wird, s wieder wahrscheinlich, dass aus der losen Verbindung das Kupferoxydul heraustritt, aber st bleibt und das durchsichtige rothe Rubinglas bildet. Und wenn schliesslich durch eres Erhitzen die Verminderung der inneren Reibung anhält, so wird sich das gelöste Kupfer- dul ausscheiden unter Bildung krystallinischer Einschlüsse, eine Erscheinung, welche der glasung vollkommen analog ist. Eine Erklärung der Bildung von Aventurin begegnet iger Schwierigkeiten, denn es ist begreiflich, dass stärker reducirende Einflüsse aus der vom se aufgenommenen Kupferverbindung das Metall ausscheiden müssen.

Die Herstellung des Goldrubinglases kannte schon Neri (1612), aber erst nkel scheint dieselbe völlig beherrscht zu haben. Man setzte dem Glase dpurpur (S. 643) zu. Während Bontemps und Knaffl die Goldfärbung durch sikalische Veränderungen zu erklären suchen, nimmt Splittgerber ein rubin- biges Goldoxyd, Rose Goldoxydul, Schubarth eine Färbung durch metallisches d an. Nach den Versuchen von Müller und Knapp löst Glas nur geringe ngen metallisches Gold; zur gleichmässig schönen Färbung von 1 k Bleiglas genügen mg Gold, die übrigen Gläser sind schwieriger zum Anlaufen zu bringen. Das allische Gold befindet sich im rasch gekühlten Glase im farblosen Zustande, geht n aber beim Anlaufen in die färbende Abart über (vgl. J. 1885, 570).

Glas mit einem Gemisch von feinem Silberoxyd oder Chlorsilber mit Thon und sser überzogen und in einer Muffel erhitzt wird durch Aufnahme von Silber schön b. Auch metallisches Silber wird vom Glase gelöst und gibt eine schön gelbe bis nge Färbung; 100 g Glas nehmen je nach der Tiefe der Färbung 8 bis 92 mg allisches Silber auf. Auch beim Schmelzen von Chlorsilber in Glasröhren bildet gelbes Glas. Weniger schön als die durch dieses Lasiren sind die durch Schmelzen Glases mit Silber erhaltenen Farben. Nach Zsigmondy (J. 1897) ist in den stergläsern das Silber in oxydirtem Zustande gelöst (J. 1895). Er zeigt, dass

das Silber nur in oxydirtem Zustande leicht von der Glassubstanz aufgenommen we[rden]
kann. Ferner, dass beim gewöhnlichen Verfahren des Lasirens das aus dem Si[lber-]
oxyd vorübergehend reducirte Metall allmählich bei höherer Temperatur wieder ox[ydirt]
werden muss und als Oxyd in das Innere des Glases dringt. Dort erst wird es, je [nach]
der Beschaffenheit des Glases, im Innern desselben mehr oder weniger reducirt [und]
färbt dann das Glas dementsprechend mehr oder weniger kräftig. Es ist daher die [An-]
gabe, dass die Silberpräparate beim Lasiren nicht als solche, sondern als metallis[ches]
Silber, als färbende Molecüle, die besonders leicht in das Glas gehen sollen, in das [Glas]
eindringen, nicht richtig. Es geht das Silber leicht als Oxyd in das Innere der G[las-]
substanz über, nicht jedoch, oder nur äusserst schwierig, als Metall. Darin gleic[ht es]
dem Blei, Kupfer und anderen Metallen (J. 1894, 744).

Pelouze erhielt beim Zusammenschmelzen von 250 Th. Sand, 100 Th. S[oda,]
50 Th. Marmor und 40 Th. Kaliumbichromat ein sehr schönes Glas, welches [mit]
glänzenden grünen Krystallflitterchen von Chromoxyd angefüllt war, das er d[aher]
Chromaventurin nannte.

Mangan wurde bereits im Alterthum im Braunstein als Entfärbungsmittel [dem]
Glase zugesetzt; in grösserer Menge färbt es das Glas weinroth bis violett, in gr[ossen]
Mengen schwarz (J. 1887, 801). Die mit Braunstein entfärbten Gläser haben die [un-]
angenehme Eigenschaft, dass sie am Sonnenlicht bisweilen violett bis roth werden. N[ach]
Gaffield zeigen nur die Kaligläser diese Färbung; die manganhaltigen Natrongl[äser]
werden nur gelb. Bontemps glaubt, am Licht oxydire sich zunächst das Eisen [und]
färbe das Glas gelb, dann werde auch das Mangan oxydirt, so dass nun die vio[lette]
Färbung überwiegt. Wird dieses Glas auf Rothglut erwärmt, so wird es wi[eder]
farblos.

Durch Kobaltoxydul blau gefärbtes Glas wurde bereits in Aegypten [her-]
gestellt. Kaliglas wird durch Kobalt rein und intensiv blau, Natronglas blauvio[lett.]
Uran färbt das Glas grün oder grünlichgelb[1]). Eisen gibt die verschieden[sten]
Farben; Méne nimmt für diese Färbungen folgende Oxydationsstufen des Eisens [an:]
Schwarz $6FeO.Fe_2O_3$, Blau $3FeO,2Fe_2O_3$, Grün $FeO.Fe_2O_3$, Gelb $2FeO.3Fe[_2O_3]$,
Orangeroth $FeO.3Fe_2O_3$ und für Purpurroth Fe_2O_3 (J. 1884, 614).

Nach früheren Angaben sollte Glas durch Kohle gelb bis schwarz ge[färbt]
werden. Pelouze fand, dass beim Zusammenschmelzen von 250 Th. Sand, 100 [Th.]
Soda, 50 Th. Kreide und 2 Th. Kohle ein gelbes Glas erhalten wurde, wenn [ge-]
wöhnliche sulfathaltige Soda verwendet wurde. Die Gelbfärbung des Glases ist d[urch]
Reduction der in jedem Glase vorhandenen Sulfate zu Sulfiden bedingt (vgl. S. 7[..]).
Alkalipolysulfurete geben schön rothe Gläser (S. 719). Mit Schwefel gelb gefär[btes]
Glas, neuerdings Topasglas genannt, eignet sich besonders gut für lichtempfindl[iche]
Stoffe. — Selen färbt das Glas nach Pelouze (J. 1882) orangeroth. Neuerd[ings]
wird Glas durch Zusatz von Selen rosenroth, mit Selen und Schwefelcadm[ium]
orangeroth gefärbt (J. 1892, 632; 1894, 740). — Silicium färbt grün[lich]
(J. 1889, 789).

Venetianische Mosaikgläser untersuchte Schwarz (J. 1885 u. 18[..]).
Dieselben hatten z. B. folgende Zusammensetzung:

---

1) Uranglas wird oft da angewendet, wo die chemisch wirkenden Lichtstrahlen zur[ück-]
gehalten werden sollen. Es wird nun auf die fluorescirenden Eigenschaften des hellgr[ünen]
Uranglases hingewiesen. Da fluorescirende Stoffe die chemischen Strahlen in leuchtende [um-]
wandeln, so ist es sehr wahrscheinlich, dass der Gebrauchswerth des gelben Uranglases [nicht]
nur auf den optischen Eigenschaften der gelben Farben beruht, sondern dass demselben [auch]
eine umwandelnde Kraft innewohnt.

	Chromgelb	Grau	Carmin	Zinnober	Blau	Purpur	Orange	Blau	Violett	Purpur	Carmin-Schwarz
2 . . .	51,74	48,80	46,95	52,68	62,48	58,00	29,20	57,20	52,08	52,40	52,20
O5 . . .	7,91	13,47	1,42	—	—	5,47	4,00	3,55	3,15	5,26	5,89
O5 . . .	—	—	9,96	7,84	—	2,33	1,95	0,66	4,29	2,35	0,56
) . . .	19,94	9,99	18,98	16,52	9,86	6,74	56,45	5,95	9,53	4,04	5,37
O . . .	—	—	—	—	—	—	—	2,25	0,22	—	—
) . . .	—	—	—	—	—	—	—	(2,51)	—	0,10	0,31
) . . .	—	—	—	—	0,20	—	—	0,51	0,09	0,15	0,36
) . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
O3 . . .	0,70	0,70	0,63	0,30	1,49	0,60	2,02	0,90	0,76	1,60	1,55
O . . .	0,42	—	—	—	—	—	—	4,49	—	—	—
O3 . . .	—	—	0,15	0,15	—	Spur	2,91	(5,02)	5,28	11,50	11,45
. . .	4,42	11,85	3,80	4,50	2,99	5,20	1,50	7,64	4,97	7,61	7,30
) . . .	0,91	1,45	1,40	0,81	—	0,38	0,36	1,12	0,86	0,86	1,98
O . . .	2,26	—	9,99	10,15	7,85	9,96	1,41	5,26	9,59	1,41	4,90
O . . .	12,83	13,12	5,43	4,69	13,75	9,29	—	9,39	8,57	11,89	8,54
. . . .	—	—	Spur	—	—	0,10	—	—	—	—	—
O3 u. Verl.	—	—	1,29	2,40	—	1,93	—	—	—	—	—

Physikalische Eigenschaften des Glases. Das Glas ist so völlig undurch-g, dass es nach Quinke selbst bei einem Druck von 40 bis 126 Atm. innerhalb 17 Jahren e wägbaren Mengen Kohlensäure oder Wasserstoff hindurchlässt. — Das spec. Gewicht Alkali-Kalkgläser schwankt im Allgemeinen zwischen 2,4 bis 2,6; der Alkali-Bleigläser von bis 3,8 und steigt für Thalliumgläser bis 5,625. Durch Kühlen wird das spec. Gew. ver-sert; so hatte Flintglas nach Riche nach dem Kühlen 3,610 und nach dem Abschrecken 8. Die lineare Ausdehnung des Glases beim Erwärmen von 0° bis 100° beträgt meist 07 bis 0,0009; sie ändert sich aber nach Schott (J. 1891) mit der Zusammensetzung (vgl. 15).

Das Lichtbrechungsvermögen der Gläser scheint bei starkem Kieselsäure- und nerdegehalt abzunehmen, steigt aber ganz bedeutend bei wachsendem Bleigehalt.

Das Glas ist ein schlechter Leiter für Elektricität; alkalireiche und daher hygrosko-he Gläser sind weniger gute Isolatoren.

Auf das Wärmeleitungsvermögen des Glases haben nach Paalhorn (J. 1894) Kalk Kieselsäure den günstigsten Einfluss; am geringsten ist die Leitfähigkeit von Kali und Blei-l. — Nach Zsigmondy (J. 1893) lässt farbloses Tafelglas etwa 60 Proc. der strahlen-Wärme hindurch; die Lasurgläser sind trotz ihrer intensiven Färbung sehr diatherman, ass die Absorption des Farbstoffes sich hauptsächlich auf den sichtbaren Theil des Spectrums hränkt, in welchem ja nur ein kleiner Theil der gesammten ausgestrahlten Wärmemenge sich ndet; dieses ist beachtenswerth, weil man gewöhnlich Silber und Kupfer als den färbenden andtheil dieser Gläser ansieht. Etwas stärker absorbiren die heller gefärbten Kupferoxyd-Chromoxydgläser; sehr wenig durchlässig ist tief gefärbtes Chromoxydglas, undurchlässig Eisenoxydulgläser. Sehr durchlässig ist Spathglas.

Die specifischen Wärmen der Gläser schwanken nach Winkelmann (J. 1893) zwischen 18 bis 0,0817, und zwar haben jene Gläser, deren Bestandtheilen die kleineren Atomgewichte mmen, die grössere specifische Wärme und umgekehrt.

In Folge der schlechten Wärmeleitung zerspringt Glas bekanntlich leicht beim raschen Ab-en und Erhitzen, besonders wenn es bei der Herstellung schlecht gekühlt war. Wird hierbei sch gekühlt, so erstarren die äusseren Schichten bereits wenn die innere Glasmasse noch end und weich ist, so dass beim weiteren Erstarren Spannkräfte auftreten, die das Glas beim gsten Anlass, oft sogar scheinbar ohne äussere Veranlassung zertrümmern, wie dieses entlich die sog. Glasthränen, durch kaltes Wasser plötzlich abgekühlte Glastropfen zeigen. lich verhalten sich die Bologneser Flaschen, dickwandige rasch abgekühlte kleine kolben, welche beim Ritzen mit einem Sandkorn leicht zerspringen.

Glas ist nur in feinen Fäden biegsam, so dass es sich selbst verfilzen lässt; in grösseren ken ist es sehr spröde. Gegen ruhigen Druck ist Glas ziemlich widerstandsfähig; Glas-en halten einen inneren Druck von 120 Atm. aus. Nach anderen Versuchen ist die Zer-

drückungsfestigkeit des Flintglases etwa 1700 k, die Zerreissungsfestigkeit desselben etwa des Flaschenglases 200 k. Ein kleines Glas von 1 mm Glasdicke hielt nach Cailletet äusseren Druck von 460 Atm. aus, zersprang dann aber bei 140 Atm. innerem Druck.

Rohstoffe der Glasfabrikation:

Kieselsäure wird meist als Quarz angewendet. Der Quarzsand muss zu den be Glassorten möglichst eisenfrei sein; Eisenoxyd wird zuweilen durch Waschen oder besser Behandlung mit Salzsäure entfernt. Man pflegt den Sand auszuglühen, damit er leichter sch

Borsäure setzt man für gewisse Glassorten als theilweises Ersatsmittel für Kiese zu; sie befördert die Schmelzbarkeit der Masse und gibt dem Glase einen hohen Glanz.

Alkalische Flussmittel. Kali wendet man meist in Form von Potasche, zu auch als Kaliumsulfat, Natron als Soda oder Glaubersalz an. — Auf 100 Th. Sulfat (wass wendet man 8 bis 9 Th. Kohle an; zu bedauern ist, dass dabei der sämmtliche Schwefel Luft gejagt wird [1]).

Kalk muss möglichst eisenfrei sein. Man verwendet ihn als Marmor oder Kreide, gebrannt und gelöscht. In einigen böhmischen Fabriken wendet man den Kalk als Wolla $CaSiO_3$, an.

Bleioxyd wird meist als Mennige angewendet, welche, indem sie einen Theil des stoffs abgibt und dadurch zu Bleioxyd reducirt wird, reinigend auf die Glasmasse einwirkt. gibt dem Glase ein hohes spec. Gewicht und hohes Lichtbrechungsvermögen.

Zu den Silicaten, welche in der Glasfabrikation Anwendung finden können, gehör Feldspath, Pechstein, Bimsstein, Klingstein, Amphibol, Basalt und manche Laven. Auch m Hochofen- und Eisenfrischschlacken werden verwendet.

Arsenigsäure gilt als Reinigungsmittel vielen Glasfabrikanten als unersetzlich. I kohlehaltiges Glas durch Arsenigsäure zu entfärben, so geben:

$$As_2O_3 + 3C = As_2 + 3CO,$$

bei eisenoxydulhaltigem Glas:

$$6FeO + As_2O_3 = 3Fe_2O_3 + As_2.$$

Man bringt die Arsenigsäure in die Glasmasse erst, nachdem dieselbe geschmolzen is drückt ein Stück davon mit Hilfe einer Eisenstange bis auf den Boden des Glashafens Die durch die Verflüchtigung der Arsenigsäure im Schmelzhafen hervorgerufene starke Bew der schmelzenden Glasmasse ist für die gleichförmige Beschaffenheit der Masse von Vo Es ist zu beachten, dass bei der Anwendung der Arsenigsäure zum Glasreinigen ein k Theil derselben in Form von Calciumarsenit oder -arseniat in dem fertigen Glase zurück (J. 1883, 449).

Die Entfärbungsmittel für Glas kann man in 3 Gruppen theilen: 1. Ein optisch oder chromatisch wirkende Entfärbungen: Braunstein, Nickeloxyd, Nickeloxydul, K oxyd, Antimonregulus und Antimonoxyd. — 2. Einfache, durch chemische Reaction wir Entfärbungen: Arsenik und Salpeter. — 3. Oft nach beiden Richtungen, sowohl chromatis auch chemisch wirkend, ist die Verbindung von zwei oder mehreren der einfachen unter 1 angeführten Entfärbungsmittel, weshalb man sie zusammengesetzte Entfärbungsmittel n kann. Von diesen sind die gebräuchlichsten: Manganhyperoxyd und Arsenik; Mangan oxyd, Arsenik und Salpeter; Nickeloxyd oder -oxydul, Arsenik und Salpeter; Manganhype und Nickeloxyd oder -oxydul; dieselben mit Zugabe von Arsenik oder Salpeter; Mangan oxyd, Nickeloxydul und Kobaltoxyd; Manganhyperoxyd, Antimon, Kobaltoxyd und Ars Nickeloxydul und Kobaltoxyd als Glas, pulverisirt. Alle angeführten Entfärbungsmittel g mit Ausnahme des Antimon, richtig angewendet, ganz befriedigende Resultate. (J. 1892.)

Zur Entfärbung von Glas werden nach Drossbach (J. 1899) dem Glassatze vo während des Schmelzens wenig Cer und Praseodym enthaltende Neodym- oder Er verbindungen zugesetzt. Die blaugrüne Farbe des gewöhnlichen Glases wird durch die rothe Farbe des Erbiums oder Neodyms aufgehoben. Richter (J. 1896) will zu gle Zwecke geringe Mengen Selen zusetzen.

Glasbrocken. Da bei wiederholtem Umschmelzen der Glasscherben immer ein der Alkalien durch Verflüchtigung verloren geht, so muss Alkali zugegeben werden.

Glashäfen. Die Glashäfen oder die Schmelzgefässe, in welchen der Gla durch Schmelzen in eine glühendflüssige Masse verwandelt wird, werden auf der I selbst aus feuerfestem Thon (vgl. J. 1878, 566) und gepulverten Scharmotteste

---

1) Durch den Ministerialerlass vom 15. Mai 1895 wird unter 5a den Glashütten verl Gase mit mehr als 0,02 bez. 0,01 Vol.-Proc. schwefliger Säure aus den Essen austreten zu l (Kaum ausführbar.)

ıin aus einem Gemisch von frischem Thon und einem Thon, der seine Schwindung ›its durch das Brennen zurückgelegt hat, hergestellt.

Die Häfen sind ungefähr 0,6 m hoch und in den Wänden 9 bis 12 cm stark. Sie werden Schatten und vor Luftzug möglichst geschützt, bei 12 bis 15° sehr langsam getrocknet. ırend des Trocknens wird der Boden des Hafens, als der dickste Theil, öfters gestampft. n bringt man die Glashäfen in einen Raum, dessen Temperatur allmählich bis auf 30 bis 40° eigert wird. Nachdem sie etwa einen Monat daselbst verweilt, können sie in die Aufwärme- (Temperöfen) gebracht werden, die aber auch bis etwa auf 50° abgekühlt sein müssen. Das nnen oder Aufwärmen geschieht durch stufenweise Verstärkung des Feuers, bis endlich die en bis zum Glühen erhitzt sind. In diesem Zustande bringt man sie aus dem Auswärmeofen en Schmelzofen. In der Regel lässt man einen neuen Hafen während einer ganzen Arbeit, . während 25 bis 40 Stunden, leer stehen, ehe man den Glassatz einträgt. Aber auch dann den die alkalischen Bestandtheile des Glassatzes (Potasche, Kalkstein, Sulfat, Soda u. dgl.) Masse der Glashäfen, welche die höchste Dicke noch nicht erreicht haben, stark angreifen, eine ziemliche Menge thonreiches Glas bilden, welches die Glasmasse fehlerhaft macht. Es leshalb zweckmässig, das erste Mal nur einen stark mit Glasbrocken versetzten Glassatz oder Glasabfälle in einen neuen Glashafen einzutragen. Es bildet sich dadurch auf den innern enwänden ein sehr strengflüssiges Glas, welches gleich einer Glasur, die Hafenmasse vor erer Zerstörung schützt. Man nennt diese Arbeit das Aussäumen oder Einglasen der häfen.

Die Form der Glashäfen ist verschieden. Bei Holz- und bei Gasfeuerung ist sie die eines unten kegelförmigen Cylinders. Bei Steinkohlenfeuerung wendet man die Haubenhäfen bedeckten Häfen an, welche oben mit einer gewölbten Haube endigen, deren Oeffnung sich innen an das Arbeitsloch anschliesst.

Glasöfen. Die älteren und kleineren sind meist mit directer Feuerung, die eren mit Gasfeuerung versehen.

Die Schmelzöfen können nur aus feuerfestem Thone bez. Scharmotte (s. d.) gestellt werden. Nachdem die Gewölbe geschlossen sind, besteht die ganze Masse Ofens aus einem einzigen Stücke feuerfesten Thons. Nach 4 bis 5 Monaten ist der n lufttrocken. Man gibt schwaches Feuer, welches man ganz allmählich verstärkt, den Ofen zu brennen (Aufwärmen des Ofens), bis der Ofen die zur Aufnahme der fen erforderliche Temperatur hat.

In dem Glasofen stehen 6, 8 bis 10 Glashäfen; die Schmelzöfen sind Flamm- n, in welchen der Schmelzraum oberhalb des Feuerraums liegt. Der Schmelzraum entweder viereckig oder länglich rund und überwölbt. Durch die Mitte der Sohle t ein ziemlich breiter Kanal, dessen beide Enden an den schmalen Seiten des Ofens Feuerung bilden. Es bleiben daher zu beiden Seiten dieser Grube, Pipe genannt, i schmale Streifen — die Bank von der Ofensohle übrig, worauf die Häfen mit Glasmasse stehen. Die Häfen auf der Bank umschliesst der sog. Ring, ein Mauer- rk von der Höhe der Häfen, und auf diesem steht die Ofenkappe oder Kuppe, lche den Ofen von oben bedeckt. An dem untern Theile der Kappe, über dem ıge vor jedem Glashafen, befindet sich das Arbeitsloch, durch welches der Glas- cher die geläuterte Glasmasse aus dem Hafen nimmt. Unter dem Formsteine geht rch den Ring zu jedem Hafen ein sog. Glutloch, durch welches der Hafen auf der nk umgedreht werden kann.

Der Siemens'sche Ofen besteht aus dem Generator und dem Schmelz- en, welcher für Häfen oder als Wanne eingerichtet ist. Die Erfahrung hat gelehrt, ss man in mit Steinkohlen betriebenen Regeneratoröfen selbst bleihaltiges Glas in enen Häfen schmelzen kann, ohne eine Reduction von Blei durch Rauch befürchten müssen. — Zur Massendarstellung von Flaschen u. dgl. hat sich namentlich die unterbrochen arbeitende Glasschmelzwanne von Siemens bewährt (Fig. 66 68 S. 72). Das bei c eingelegte Glasgemenge sinkt nach vorgeschrittener Schmel- ng auf den Boden, verdrängt dadurch eine andere Menge Glas, welche durch die denkühlung steifer und damit specifisch leichter geworden ist, nach oben. Diese

wird wieder, nachdem sie eine Zeit lang an der Oberfläche der Hitze ausgesetzt und ordentlich durchgeschmolzen ist, specifisch schwerer als die darunter befindli Schichten und muss in Folge dessen nach unten sinken. Dieses durch die Untersch im specifischen Gewicht bedingte Verhalten des Glases in Verbindung mit dem Ausarbeiten desselben durch die auf der Bühne M stehenden Glasmacher auftrete hydrostatischen Druck in der Pfeilrichtung nach den Arbeitsstellen hin ruft schlängelnde Bewegung der Glasmasse hervor. Die im Glase schwimmenden, d die Bewegung desselben in der Richtung nach den Arbeitsstellen hin dicht zusan und gegen die Wandung w der Wanne gedrängten Kränze k verhindern, dass noch gehörig durchgeschmolzene Glasmassetheilchen direct zu den Arbeitsstellen hinge werden; dieselben werden vielmehr an oder in den Kränzen je nach fortgeschritt Schmelzung aufgehalten. Durch Einwirkung der Hitze durchgeschmolzen, sinker alsdann zu Boden und verdrängen andere specifisch leichtere Glasmassen nach ob die nächstliegenden Kränze, worauf das Spiel von Neuem beginnt. Dieses Auf- Niedersteigen und ununterbrochene Fortschreiten verursacht ein jedesmaliges Du schmelzen des Glases, bis die Glastheilchen vollkommen geläutert zur Verarbei gelangen. Da die Kränze ziemlich tief eintauchen, so muss das Glas immer fas unten hin untersinken, wodurch Stauung und daraus folgende Entglasung vermi wird. Generatorgase und Luft treten getrennt durch die über einander liege Kanäle g und l ein, die Flamme streicht quer durch den Ofen, die Verbrennu producte entweichen durch die gegenüber liegenden Kanäle zu den Wärmespeicher und gelangen durch di den Wechselklappen renden Kanäle x Schornstein. Durch Anordnung der Kanä und l erhält das Gla freien Raum der W vor den Kränzen, we man mit dem Schmelzr der früheren Construc vergleichen könnte, grösste Hitze, während in dem übrigen Theile Ofens nach den Arb stellen zu die Zahl Kanäle verringert und mit die Hitze abnimmt

Fig. 557.

Fig. 558.

Der Wanneno (Fig. 557 u. 558), wel in der Glashütte zu I sattel-Ellbogen im Betr ist, nähert sich den gew lichen Glasschmelzöfen Hafenbetrieb, da sich verschiedensten Glasso verarbeiten lassen, in die Wanne durch kr weise gestellte Brücker vier Abtheilungen getl

Die einzeln eingeführten Rohstoffe werden bei G gemischt und von hier aus durch Einlegeöffnungen n in den Ofen eingetragen. Die den Unterbau des Ofens bilden-2 m breiten, 2,75 m langen Wärmespeicher (Regeneratoren) R, zwischen denen das Zugangsgewölbe T befindet, stehen durch Kanäle s nach oben mit den Seiten-ilen S in Verbindung, von denen aus Gas und Luft durch die Kanäle g und l in Ofen gelangen. Die runde Wanne wird, wie bereits erwähnt, durch rechtwinklige uze bildende Brücken z in vier Abtheilungen für vier verschiedene Glassorten ge-lt. Die Kühlungen dieser Brücken laufen in den gemeinsamen Ventilationsschorn-ı V zusammen, der durch das Ofengewölbe hindurch geführt, dessen unterer Theil durch ein eisernes Kreuz etwa 1 m hoch derartig getheilt ist, dass die Lüftung r einzelnen Brücke bis über den Glasstand getrennt von den übrigen gehalten wird diese erst von da ab gemeinschaftlich weitergehen, zur Vermeidung gegenseitiger ungen in der Lüftung der einzelnen Brücken, namentlich wenn bei Schadhaftwerden r Brücke Glas in die Kühlung eintreten sollte. Boden und Seitenwände der Wanne mit Luftkühlungen e versehen, welche den vier Abtheilungen entsprechend in die kleinen Schornsteine f einmünden, so dass bei etwaiger Beschädigung der Lüftungs-ichtung einer dieser vier Abtheilungen die übrigen drei nicht in Mitleidenschaft gen werden. Die Luftkanäle der Brücken sind durch grosse, entsprechend ge-te Steine abgeschlossen, welche auf einer Anzahl kleiner Pfeiler aufliegen, zwischen n sich die bei gleichartigem Glase angebrachten Oeffnungen zur freien Bewegung Glases zwischen den einzelnen Abtheilungen befinden. — Vor jeder der 28 Arbeits-ingen a schwimmt in der halbgeschmolzenen Glasmasse ein Raffinirschiffchen, hes das ununterbrochene Arbeiten ermöglicht. Sämmtliche Arbeitsplätze sind je einem Meister und Motzer besetzt, so dass in zwei 12stündigen Schichten mit 20 lichen Arbeitsstunden täglich gearbeitet wird. Vor jedem Arbeitsloch werden llich 50 Flaschen gefertigt, zusammen also im Tage 28 000 Stück, oder nach ug des Bruches u. dgl. etwa 25 000 Stück, eine Leistung, wie sie bisher mit einem nicht erreicht ist. Zur Heizung wird böhmische Braunkohle in einem grossen erator mit doppelseitigem Treppenrost und einem Planrost vergast, während das Heizung der Kühlöfen erforderliche Gas in zwei kleinen Schachtgeneratoren mit rost erzeugt wird. Der tägliche Kohlenverbrauch beläuft sich auf 15 bis 18 t für Schmelzofen und etwa 2 t für die Kühlöfen.

Neuerdings baut Siemens Glaswannenöfen, welche — wie die drei Schnitte 559 bis 561 (S. 702 u. 703) zeigen — sehr hohe Gewölbe haben. Der Ofen schmilzt 4 Stunden 25 t Glas und gebraucht dazu in den dazu gehörenden Generatoren ehr geringwerthige Steinkohle (mit 35 Proc. Asche) und 5 t Braunkohle (vgl. J. , 194).

Der Ofen von Boëtius (S. 39) hat in Deutschland nächst dem Siemens'schen eiteste Verbreitung gefunden.

Die durch die Einführung der Gasfeuerung und des Wannenofens in der Glasfabrikation be-e Brennstoffersparniss ist sehr bedeutend. Für 1 Th. Glas waren früher erforderlich Holz, 6 bis 8 Th. Braunkohle oder 3 bis 4 Th. Steinkohle, gegenwärtig 1 Th. Holz, 2 Th. ische Braunkohle oder 0,5 bis 0,75 Th. Steinkohle [1]).

Bei der neuen Wannenanlage der Glashütte in Flensburg nach Zeichnungen von se liefern drei Gaserzeuger (Generatoren) an der Rückseite des Wannengebäudes as in den Kanal G (Fig. 562 bis 564 S. 704 bis 706). Von hier strömt das Generator-n der Richtung der Pfeile 2 nach dem Gasventile gv und darauf in den senkrechten anal g, welcher in einen wagrechten Brennerkanal einmündet. Die Gesammtlänge

1) Vgl. J. 1876, 674; 1877, 462.

dieser Verbindungskanäle von dem Hauptkanale G ab gerechnet bis zum Eintritt in Wanne beträgt nur 9,5 m; da der senkrechte Gaskanal g von der Abhitze der W geheizt wird, so wird angenommen, dass die zuströmenden Gase ohne bedeutende T peraturverminderung zum Verbrennungsorte gelangen. Die zum Verbrennungsvorg

Fig. 559.

Schnitt A. B.

Fig. 560.

Schnitt C. D.

benöthigte Luft wird in 3 Lufterhitzern nach Nehse's System erhitzt und strön Richtung der Pfeile 1 in den Brenner; hier trifft sie auf den Gasstrom 2 und bildet die Flamme, welche in der Richtung der Pfeile 3 die 7 m lange Wanne durchzieht schliesslich durch den Einfluss des Schornsteines auf die zu beiden Seiten des Bren liegenden Füchse nach letzterem abgeführt wird. Wie durch die Pfeile angedeute theilt sich der mit grosser Geschwindigkeit in die Wanne tretende Flammenstro

ld die ihm innewohnende lebendige Kraft geringer wird als der durch den Schorn-
ı erzeugte Zug, und nun zieht die Flamme gewissermaassen in 2 Strömen in Rich-
; der Pfeile 4 durch die Füchse ab. — Die eigentliche Wanne hat die Gestalt eines
lichen Rechteckes, dessen vordere Seite fehlt und durch einen gedrückten Bogen
tzt wird. In der Nähe des Flammeneintrittes entsteht die höchste Temperatur,
he zum Schmelzen des Rohmaterials nothwendig ist; hier wird das Gemenge an

Fig. 561.

Schnitt E. F.

en Seiten bei *e* eingelegt und auf dem bereits geschmolzenen Glase schwimmend
der Mitte der Wanne hin geschoben. An der runden Seite *a* der Wanne befinden
die Arbeitsplätze; hier wird das blanke Glas aus der Wanne genommen, wodurch
n der Schmelze begriffene Glas das Bestreben bekommt, sich von hinten nach vorn
ewegen; da es auf diesem Wege der Einwirkung des Feuers ausgesetzt ist, so wird
Schmelzvorgang und das Blankwerden des Glases hier beendet. Die Verbrennungs-
nachdem sie die beiden schon oben erwähnten wagrechten links und rechts neben
Brenner liegenden Füchse durchzogen haben, gelangen in die senkrecht angeordneten
äle *s*, welche ihrerseits wieder in je einen wagrechten Kanal *s* einmünden. Die
zt genannten Kanäle *s* liegen quer vor der oberen Reihe der Lufterhitzerzüge;
Sohle liegt tiefer als die Unterkante der letzteren. Von hier aus führen je drei
e Kanäle eine Verbindung mit den Lufterhitzern herbei. Die Anordnung dieser
n Kanäle hat einen doppelten Zweck: einerseits sollen sich darin die vom Schorn-
zuge etwa mitgerissenen leichteren Gemengetheile ansammeln, um von hier ent-
werden zu können, weil dadurch einer Verstopfung und der Zerstörung der Luft-
zerzüge vorgebeugt wird; andererseits soll die Beheizung der verschiedenen Luft-

erhitzerzüge gleichmässiger werden. — Die Lufterhitzer bestehen aus je 6 übereinan liegenden Reihen von Feuerzügen, durch welche die Verbrennungsgase nach unter einem gemeinschaftlichen Sammelkanal entweichen, welcher ebenso, wie der ol Kanal *s* mit den Lufterhitzern in Verbindung steht. Dadurch wird eine sehr gle mässige Zugein kung des Sch steines auf die L erhitzer erzielt, durch die Wirk der letzteren erl wird. Trotz entweicht mit Verbrennungsp ducten denn ein so bedeuter Wärmeantheil nütz in den Sch stein, dass dadu recht wohl grössere Dar kesselanlage Betriebszweck geheizt wer könnte 1). — kalte Luft durch 2 Luftve *lv* (Fig. 562 563), von de je eines hinten jeder Seite Wanne in den fassungswänden Kellerräume an ordnet ist, in R tung der Pfeil strömend, in e wagrechten S melkanal, der den 3 Lufterhit unter Kellerflu gebracht ist. Di Kanal steht du ein System kleinen Ver dungskanälen den vorbenan

Fig. 562. Schnitt A-B.

1) Dralle hat mit Wannen von ähnlichen Grössenverhältnissen wie bei der vorlieger Anlage nach Siemens' gearbeitet. Das durchschnittliche Ergebniss war hier wie dort bis 0,75 k Kohlen für 1 k zum Verkaufe fertiges Glas; es ist demnach der Erfolg in beiden Fä

nälen, welche die Feuerzüge der Lufterhitzer allseitig umgeben, von unten aus in :bindung. Hieraus folgt, dass die kalte Luft von unten einströmt, sich allmählich ärmend zwischen den Feuerzügen in Zickzackbahn in die Höhe steigt, um sich liesslich hoch erhitzt unter den Gewölben der Lufterhitzer anzusammeln. Von : aus strömt die heisse Luft in Richtung der Pfeile 1 in einen Sammelkanal l hnitt IK, Fig. 564 oben), steigt dann in einen vor dem Gaskanale g senkrecht

Fig. 563.

Schnitt C-D. Schnitt E-F.

ordneten Luftkanal, welcher mit einem Kanalsystem verbunden ist, das die en Abhitzeschächte s umgibt und gelangt nunmehr hoch erhitzt in den Brenner, ie mit dem Gasstrome zusammentritt, der ebenfalls von dem heissen Mauerwerke Abhitzekanäle Wärme empfängt. — Zur Beobachtung und zum Reinigen der ntlichen Gas- und Luftkanäle sind an passenden Stellen Schaulöcher und Reingsthüren angebracht, auf den Zeichnungen mit R bezeichnet. Die Regelung der peratur in der Wanne erfolgt von der Hüttenflur aus durch 1 Gasventil gv, 2 Luftile lv und 1 Schornsteinschieber S^1. — Der Boden der Wanne wird durch Zu-

leiche; nur bleibt bei der hier beschriebenen Wannenanlage noch eine ansehnliche Menge Wärme zu anderer Verwendung übrig.

Auch bei den Wannen von Lürmann tritt dieser Gewinn an Wärme auf. Hier wird die schüssige Abhitze zur Verwandlung der Kohle in Koks und zur Beheizung eines Dampfels benutzt, der die Betriebskraft für die Ladevorrichtung der Gaserzeuger und für die serversorgung der ganzen Anlage (zum Zweck der Abkühlung gefährdeter Stellen) hergibt. eibt dann ausserdem noch Kraft übrig, welche man z. B. auf der Glasfabrik Wittekind in en (Westfalen), wo zwei Lürmann-Wannen sind, zu anderen Fabrikationszwecken benutzt.

führung von kalter Luft in Richtung der Pfeile 5 (Schnitt *CD* und *AB*) in bekan Weise gekühlt. Eine weitere Kühlung ist nicht erforderlich, da alle Seitenwände Wanne behufs Auswechslung schadhaft wordener Steine vollständig frei stehen. Hauptgewölbe der Wanne wird, wie Schnitt *CD*, *EF* angedeutet, von der ankerung des Ofens getragen. — Die W ist für 16 Arbeitsstellen eingerichtet. den vorderen runden Arbeitstheil der W zieht sich ein gemauerter Graben *n*, wel an seiner äusseren Seite oben mit e Eisenbahnschiene eingefasst ist. An letzt klopfen die Glasmacher bei der Arbeit Pfeifen ab, so dass die am Pfeifenkopf tende Glasmasse, der sog. „Näbel", in Graben *n* fällt. Der hierdurch entsteh Glasabfall darf aus Rücksichten auf Güte des zu erzeugenden Glases nur im stimmten Verhältnisse zu dem Gemenge wendet werden. Jeder Platz hat ein l fortzunehmendes Trittbrett *t* über der Nä rinne *n*. — Um das Mitreissen von leic Gemengetheilen durch den Zug nach den L erhitzern möglichst zu verhindern, empf es sich, das Gemenge so mit Wasser a feuchten, dass es beim Zusammendrücke der Hand schneeballartig zusammenb und nicht mehr abstäubt. — Die Grös verhältnisse sind

Fig. 564.

Gesammte Rostfläche von 2 Gaserzeugern	=	4 qm
Freie „ „ 2 „	=	1,6 qm
Senkrechter Abstand von Oberkante der mittleren Rostbalken bis zur Unterkante des Brenners	=	5,04 m
Freie Heizfläche der Lufterhitzer	=	rd. 173 qm
Innerer Durchmesser des Schornsteins, unten	=	1,20 m
„ „ „ „ oben	=	0,85 m
Höhe des Schornsteines über Oberkante der mittleren Rostbalken	=	34 m
Mittlere Länge des von der Flamme bez. von der Abhitze zurückgelegten Weges, vom Flammeneintritt bis zum Schornstein etwa	=	42 m
Oberfläche des geschmolzenen Glases etwa	=	33 qm
Inhalt der Wanne etwa	=	26,5 cbm
Gewicht des in der Wanne enthaltenen Glases für 1 cbm 26 hk etwa	=	689 hk
Kohlenverbrauch in 24 Stunden	=	55 bis 60 hk.

Während 2 Monaten wurden ausschliesslich ganze Exportflaschen, je 0,75 k schwer a fertigt, welche das Pasteurisiren bedeutend besser aushalten als unter sonst gleichen Ver nissen in einem Hafenofen mit Gasfeuerung hergestellte Flaschen. In 24 Stunden wurden gestellt: 10 500 bis 11 000 Flaschen oder 7875 k fertiges Glas. An Kohlen sind demnach du schnittlich für 1 k fertiges Glas 0,73 k nöthig. Die Herstellungskosten der ganzen An betrugen 58 600 Mk. (J. 1889, 786.)

Die Glasschmelzanlage von Richter (J. 1899) besteht aus einem zweitheiligen ı, in dessen oberem Theil das Glas in mehreren Häfen *b* und *c* (Fig. 565) geıolzen und geläutert wird. Die Glasıe tritt dann in die Wanne *g* über und hier verarbeitet.

Fig. 565.

Auf den Glashütten in Brunshausen die Schmelzwannen von Leuffgen ı Wannenöfen von Henning & Wrede zt [1]). Die Herstellung des Glases aus Gemenge geschieht hierbei in einer beıren Schmelzwanne, welche in keiner indung mit der Arbeitswanne steht, in las Glas nur geschmolzen wird, bis es Arbeit fertig ist. Dieses vollkommen ıgeschmolzene und geläuterte Glas, ıes ganz frei von Glasgalle ist, wird uf in mit Wasser gefüllte Behälter abıen, wodurch es in kleinere Stücke zergt. Die Arbeitswanne wird aus diesen ltern mit Glas in Stückform versehen n der zur weiteren Verarbeitung des s erforderlichen Schmelztemperatur erı. — Die Arbeitswanne besteht aus dem elzraum und dem eigentlichen Arbeits- In dem Schmelzraum schmilzt das Rohglas, Calcinglas, sehr schnell zu einem blanken aus und es kommen somit Fehler im fertigen Glase, welche sonst in Folge nicht vollstän- Durchschmelzens entstehen, überhaupt nicht vor. Die Wannen mit vollständig getrenntem elz- und Arbeitsprocess wurden vor einigen Jahren zuerst für Flaschenfabrikation mit gutem ge angewandt.

Die Herstellung von Glas mittels elektrischer Flammenbögen nach Becker (J. 1899) voraussichtlich wenig Beifall finden.

Glasschmelzen. Bei der Temperatur des Glasschmelzofens (etwa 1200°), s geschmolzene Glas dünnflüssig, so dass dasselbe gegossen werden kann. In der glühhitze ist das Glas ungemein dehnbar und geschmeidig; darauf beruht die anische Verarbeitung des Glases. Zwei Stücke rothglühendes Glas lassen sich ı blosses Aneinanderdrücken zu einem Ganzen vereinigen. Bei dem Glasspinnen nt man sich eines Spinnrades, auf welchem das ausgezogene Glas aufgehaspelt [2]).

Hat der Schmelzofen die erforderliche Temperatur erreicht, so werden Brocken Glassatz in die Glashäfen gegeben und eingeschmolzen; das Eintragen der Schmelzgeschieht auf 3 bis 4mal. Sind alle Häfen voll, so bringt der Schürer den Ofen ie höchste Temperatur (Heissschüren). Wendet man beim Schmelzen einen atz aus Soda, Calciumcarbonat und Kieselsäure an, so ist der Vorgang:

$$Na_2CO_3 + CaCO_3 + 2SiO_2 = Na_2Ca(SiO_3)_2 + 2CO_2$$

ıer Anwendung von Glaubersalz dagegen:

$$2Na_2SO_4 + C + 2SiO_2 = 2Na_2SiO_3 + CO_2 + 2SO_2$$

ıach Scheurer-Kestner (J. 1892):

$$3Na_2SO_4 + 6SiO_2 + 5C = 3Na_2Si_2O_5 + 4CO_2 + CO + 3S.$$

1) Vgl. J. 1889, 784; 1890, 739.

2) Die Glasfäden Brunfaut's in Wien, die seit 1869 zur Herstellung von Glaswatte, ı, Schleiern, Schleifen, Netzen u. dgl. dienen, haben nach den Messungen von Kick einen ımesser von 0,006 bis 0,012 mm. Sie sind demnach noch etwas feiner als einfache Cocon- Aus diesem Glasgespinnst, das sich kräuseln lässt, stellt man bekanntlich Glaswolle, watte u. dgl. dar.

Das Natriumsilicat setzt sich mit dem Calciumcarbonat und der Kieselsäure um:

$$Na_2SiO_3 + CaCO_3 + SiO_2 = Na_2Ca(SiO_3)_2 + CO_2.$$

Ist der Satz vollkommen geschmolzen, so schreitet man zum Läutern, d. h. unterhält noch eine Zeit lang eine solche Temperatur, dass das Glas in dem dünnflüs Zustande beharrt. Während dieser Zeit setzen sich ungelöste Körper und Klümp in dem Hafen zu Boden, die Luftblasen in der Masse verschwinden und es scheidet verflüchtigt sich mit der Glasgalle (wesentlich Sulfate und Chloride) das im U schuss angewendete Flussmittel. Die im Anfange des Schmelzens stattfindende entwickelung bewirkt eine Bewegung der Masse, durch welche die anfänglich sic denden Verbindungen von ungleichem specifischem Gewichte und ungleicher Zusam setzung gemischt werden. Nach beendigter Gasentwickelung bewirkt man eine i Mengung durch Umrühren mit der Schöpfkelle oder durch das sog. Polen. Let geschieht dadurch, dass man entweder ein Stück Arsenigsäure oder ein Stück feu Holzes, ein Stück Kartoffel o. dgl. an einem Eisenstabe befestigt bis auf den Bode Hafens niederstösst; es entsteht ein heftiges Aufwallen von Dampfblasen, welc gewünschte Mischung bewirken. Neuerdings wird auch wohl Luft oder selbst S stoff eingeblasen (J. 1893, 694).

Nach beendigtem Läutern folgt das Kaltschüren, d. h. ein Ablassen der temperatur bis das Glas denjenigen Grad der Zähflüssigkeit erlangt hat, welcher Blasen, überhaupt zur Verarbeitung der Masse erforderlich ist. Auf der Tempe des Kaltschürens (700 bis 800°) muss der Ofen so lange erhalten werden, als das arbeiten des Glases dauert.

Fehler des Glases. Die hauptsächlichsten Fehler des Glases sind Streifen, H Thränen oder Tropfen, Steine, Blasen und Knoten. Streifen sind eine Folge der Ung heit des Glases, wenn entweder die einzelnen, bei dem Schmelzprocess entstandenen V dungen sich nicht aufgelöst oder bei einem Nachlassen der Temperatur aus einem Gemeng abgeschieden haben. Durch die Streifen erscheinen die durch das Glas betrachteten Gegen verzerrt. Winden oder Fäden, welche sich meist durch eine grüne Farbe auszeic machen das Glas zerbrechlich. Mit dem Namen Rampen, Thränen oder Tropfe zeichnet man gleichfalls Theilchen von Thonglas, welches durch die Verglasung des Thon Schmelzofens in Folge verflüchtigten Alkalis sich bildete und von der Decke des Schmelzof die Glashäfen tropfte. Kleine Blasen in der Glasmasse zeigen an, dass das Glas nicht g läutert war. Wenn Sandkörner in der Glasmasse unaufgelöst enthalten sind, so könne durch Vereinigung mehrerer solcher Körner Knoten bilden; ebenso verhält es sich m Glasgalle, welche in der Glasmasse oft schneeflockenähnliche Gestalten bilden. Auch durc theilweise Entglasung kann ein Wolkigwerden der Masse eintreten.

Eintheilung des Glases. Man theilt das Glas nach seiner Zusammense und nach seiner Fabrikation und Bestimmung oder auch nach seiner Formgebu folgender Weise ein:

I. Bleifreies Glas.
  1. Wasserglas.
  2. Tafelglas.
  3. Hohlglas.
  4. Gepresstes Glas.

II. Bleihaltiges Glas.
  1. Krystallglas (Klingglas).
  2. Optisches Glas (Flintglas).
  3. Email.
  4. Strass.

III. Buntglas.

IV. Besondere Kunsterzeugnisse aus Glas.

Wasserglas. Fuchs entdeckte 1825 eine Verbindung von Kieselsäur Alkali, in welcher die Kieselsäure vorherrschte, welche zwar in Wasser sich löst, an der Luft nicht zerfliesst, eine Verbindung, die als Wasserglas bekannt ist und wi Anwendung gefunden hat. Diese Verbindung hat meist die Zusammensetzung K_2

$Na_2Si_4O_9$. Man unterscheidet a) Kaliumwasserglas, b) Natriumwasserglas, c) Doppel-serglas und d) Fixirungswasserglas.

Kaliwasserglas wird bereitet durch Zusammenschmelzen von Quarzpulver 45 Th. reinem Quarzsand, 30 Th. Potasche, 3 Th. Holzkohlenpulver und Lösen geschmolzenen und gepulverten Masse durch Kochen in Wasser. Das in der ssigkeit möglicherweise vorhandene Schwefelkalium wird durch Kochen derselben Kupferoxyd oder auch Bleiglätte unschädlich gemacht. Der Zusatz von Kohle soll Austreibung der Kohlensäure durch Reduction derselben zu Kohlenoxyd bewirken.

Das Natriumwasserglas wird aus 45 Th. Quarzpulver, 23 Th. calcinirter a, 3 Th. Kohle, oder aus 100 Th. Quarzpulver, 60 Th. Glaubersalz, 15 bis 20 Th. le dargestellt. Kuhlmann stellt das Natriumwasserglas durch Auflösen von ersteinpulver in concentrirter Natronlauge unter einem Drucke von 7 bis 8 Atm. Anstatt des Feuersteins ist nach Liebig die Infusorienerde (Kieselguhr) anzu-len. — Doppelwasserglas (Kalium- und Natriumwasserglas) lässt sich dar-en durch Zusammenschmelzen von 152 Th. Quarz, 54 Th. calcinirter Soda, 70 Th. sche, nach Fuchs aus 100 Th. Quarzpulver, 28 Th. gereinigter Potasche, 22 Th. nirter Soda und 6 Th. Holzkohlenpulver. Es ist leichter schmelzbar als jedes orhergehenden. — Mit dem Namen Fixirungswasserglas bezeichnet Fuchs Mischung von mit Kieselsäure vollkommen gesättigtem Kaliwasserglas mit Natron-elfeuchtigkeit (durch Zusammenschmelzen von 3 Th. calcinirter Soda mit 2 Th. Quarz-er erhalten); es findet zum Fixiren der Farbe in der Stereochromie Anwendung.

Die Säuren, selbst die Kohlensäure, zersetzen die Wasserglaslösung und scheiden die Kiesel- daraus gallertartig aus; sie muss daher in gut verschlossenen Gefässen aufbewahrt werden. Wasserglas fand seine erste Benutzung beim Münchener Hoftheater als Schutzmittel en das Feuer, indem es als Ueberzug für Gegenstände aus Holz, Leinwand, Papier die-n vor dem Verbrennen schützt. Man setzt zu der Wasserglaslösung irgend eine feuerfeste erfarbe, wie Thon, Kreide, Knochenerde, Glaspulver (namentlich von Bleiglas), Flussspath, spath u. s. w. Man gibt mehrere Anstriche und lässt jeden Anstrich, bevor man einen neuen ägt, gut trocknen, wozu wenigstens 24 Stunden Zeit erforderlich sind. Holz, Leinwand, er u. dgl., welche mehrmals mit Wasserglas angestrichen wurden, entflammen nicht, sondern ohlen nur; Holz wird durch einen Wasserglasanstrich gegen Schwamm und Wurmfrass ge-rt (J. 1882, 1136).

Wasserglas dient ferner dazu lockeren Massen Dichtigkeit und stärkeren Zusammenhang eben, getrennte Theile von Körpern zu vereinigen u. s. w. Kreide und Knochenerde geben Wasserglaslösung eine sehr dichte Masse. Eine häufige Anwendung des Wasserglases ist um Anstrich von Steinen und Mörtelwänden, sowie zur Herstellung von künstlichen en, indem man durch Mischen von Sand mit Natriumsilicatlösung eine plastische Masse tet, welche in Formen gepresst und dann in eine Lösung von Chlorcalcium gebracht wird. hierbei sich bildende Calciumsilicat verkittet die Sandkörner, während Chlornatrium in ng geht und durch Waschen vollständig entfernt wird. Als Kitt für Steine, Glas und Por- ist das Wasserglas ebenfalls beachtenswerth. Zur Verfälschung von Seife wird sehr Wasserglas verbraucht.

Eine wichtige Anwendung des Wasserglases ist die für Wandmalerei, welche von Fuchs eochromie (von στερεός, fest, dauerhaft, und χρώμα, Farbe) genannt wurde. Bei dieser rt, die von Kaulbach ausgebildet wurde, bildet das Wasserglas das Bindemittel der Farben ihrer Grundlagen. Als stereochromische Farben verwendet man: Zinkweiss, Chromgrün omoxyd), Kobaltgrün (Rinmann's Grün), Chromroth (basisches Bleichromat), Zinkgelb, oxyd (hellroth, dunkelroth, violett und braun), Schwefelcadmium, Ultramarin, Ocker (Hell-, Fleischocker, Goldocker), Terra de Siena, Umbra u. s. w.

Tafelglas. Die in den Glashäfen geschmolzene Glasmasse (S. 703) wird ent-er zu Tafelglas (Fensterglas, Spiegelglas) oder zu Hohlglas verarbeitet. Das lglas ist entweder gewöhnliches Flaschenglas der Zusammensetzung nach, oder res farbloses Glas. Letzteres verwendet man nur für grössere oder dickere iben, ersteres für das gewöhnliche dünne Fensterglas, wobei es weniger auf Farb-keit ankommt.

Auf den Glashütten stellt man das Fensterglas durch Zusammenschmelzen 100 Th. Sand, 30 bis 40 Th. calcinirter Soda und 30 bis 40 Th. Calciumcarbonat; häufiger bedient man sich anstatt der Soda einer entsprechenden Menge von Glaube und setzt (wie S. 707 erwähnt), die erforderliche Menge Kohlenpulver hinzu, z. B.:

Sulfat (96proc.)	755 k
Koks	38
Soda (80proc. Na_2CO_3 und 20proc. Na_2SO_4)	100
Kalkspath	715
Sand	2000

Die Herstellung von Tafel- oder Fensterglas geschieht durch die Mondg oder durch die Walzenglasmacherei.

Mondglas. Das Mondglas (in England Kronglas genannt) ist die älteste Sort Fensterglases. Zur Herstellung nimmt man mit der sog. Pfeife (einem Eisenrohre mit M stück) 5 bis 7 k Glas und gibt durch Blasen, Schwingen und wiederholtes Anwärmen der M die Gestalt eines Sphäroides, schiebt die Kugel in den Auslaufofen, legt das Rohr der Pfei eine eiserne Gabel, welche sich dem Loche des Auslaufofens gegenüber befindet, und dreh Pfeife sammt der Kugel mit grosser Schnelligkeit; durch die Wirkung der Fliehkraft wir dem Feuer zugekehrte Seite abgeplattet, während der Umfang der Kugel beträchtlich zuni Jetzt legt man die Pfeife wagrecht in die Gabel des Abschlagstockes und heftet in der Mitt entstandenen ebenen Fläche ein in weiches Glas eingetauchtes Hefteisen an, während zugleic Hals der Blase mit Hilfe eines Tropfen kalten Wassers von der Pfeife abgesprengt wird. so geöffnete Blase, welche mit ihrer abgeplatteten Seite an dem Hefteisen festsitzt, wird nu der grossen Oeffnung des Auslaufofens in schnelle Drehung versetzt. Das erweichte Glas fernt sich nun durch das Drehen von dem Drehungsmittelpunkte, das Maul erweitert sich, b mit dem schon ebenen Boden eine flache Scheibe von etwa 1,6 m Durchmesser bildet. Das M glas wird nur noch in England hergestellt.

Walzenglas. Das Walzenglas, welches in Deutschland gegen Ende 18. Jahrhunderts an die Stelle des Mondglases trat, entsteht durch Aufsprengen Aufschneiden eines gläsernen Cylinders oder einer Walze und Strecken der geöffn Walze zu einer Glastafel.

Der Arbeiter nimmt mit der Pfeife etwas Glassmasse auf und dreht die wagrecht auf Gabel (Pfeifenlager) liegende Pfeife, bis das Glas nicht mehr flüssig genug ist, um von der P abzufliessen. Während dieser Zeit wird auch ein wenig in das Rohr geblasen, damit eine k Höhlung entsteht und die Mündung des Rohres sich nicht verstopfe. Dieses wird wieder bis die zur Herstellung einer Walze erforderliche Glasmasse an der Pfeife hängt, so dass sie die Gestalt *a* (Fig. 566) hat. Nun bringt der Arbeiter das Glas *b* in die mit Wasser ben Höhlung des sog. Marbels und dreht dasselbe unter starkem Blasen darin um. Dadurch erl die Glasmasse die Form *c* und endlich die von *d*. Man bringt die Pfeife dann in eine lothre Lage in die Tafelschwenkgrube und bläst und schwingt nun die Masse pendelartig hin her (*f*). So entsteht ein hoher Cylinder *e*, der oben einen Hals hat und unten durch eine H kugel geschlossen ist. Um den Cylinder zu öffnen, bläst der Arbeiter stark in die Pf verschliesst das Mundstück derselben mit dem Daumen, so dass die eingeblasene Luft nicht weichen kann, bringt den vordern Theil des Cylinders in den Ofen. Die eingeschlossene treibt das vordere Ende des Cylinders zu einer dünnen Blase auf, welche mit einem kleinen Kn platzt, während die aufgeplatzten Ränder sogleich verschmelzen. Indem der Arbeiter die w recht liegende Pfeife schnell dreht, erweitert sich die Oeffnung in Folge der Fliehkraft bi Cylinderweite *g*. Die Pfeife wird dann durch einen Tropfen Wasser von dem Glase abge Zur Entfernung der Kappe *o* legt man die Walze an der abzusprengenden Stelle in ein geboge rothglühendes Eisen (Absprengeisen) und berührt die erhitzte Linie mit einem nassen Fin die Haube springt ab und wird wieder eingeschmolzen. Das Oeffnen oder Aufsprengen Walze geschieht mit Hilfe des Aufsprengeisens, mit dessen scharfer Kante der Arbeiter auf inneren Seite des Cylinders in einer graden Linie, von einem Ende bis zum andern, einige M hin- und herfährt, wodurch sich das Glas auf der ganzen Länge der Linie erhitzt. Wird Ende dieser Linie mit einem spitzen Steine geritzt und dann benetzt, so springt der Cylin dieser Linie folgend, von einem Ende bis zum andern auf.

Das Strecken der Cylinder geschieht in dem Streck- oder Plattofen, der mit ei Kühlofen in unmittelbarer Verbindung steht; der Boden des Streckofens bildet die Stre platte, welche aus feuerfestem Thon hergestellt wird. Man legt eine Walze auf die Str

itte, fährt mit dem Plättholz über das Glas hin und her, bis die Walze in eine Glastafel rwandelt ist, welche durch Bügeln mit dem Polirholz vollends geebnet wird. Der Arbeiter iebt nun die Tafel auf der rtsetzung des Strecksteines den Kühlofen (vgl. J. 1890, 1; 1893, 695).

Das zuweilen auftretende ssliche Irisiren des Tafelses wird durch die Schwefligre der Feuergase veranlasst 1890, 742).

Fig. 566.

Spiegelglas wird blasen oder gegossen. Die brikation des geblasen Spiegelglases geschieht e die des Tafelglases. Das wicht der Glasmasse, lche der Bläser mit der eife aufnimmt, beträgt loch etwa 20 k, woraus e Tafel von 1,5 m Länge d 1 m Breite bei 1 bis cm Dicke erhalten wird. e zu gegossenem Spieglas angewendete Glaste ist ein aus den reinsten ffen dargestelltes bleiies Natriumcalciumglas. s Schmelzen des Glaszes geschieht in Häfen ttels Gasfeuerung. Hat s Glas die erforderliche schaffenheit, so wird die anne aus dem Ofen geben und nach dem Giesssche befördert, welcher mit Rädern unterstützt, auf Eisenbahnschienen läuft, welche rallel mit den Beschickungsöffnungen der Kühlöfen gelagert sind. Die Form, auf lcher die Glastafeln gegossen werden, ist eine massive Metallplatte. In den französchen Spiegelgiessereien sind die Platten aus einem Stücke von Kupfer oder Bronze, llig eben und polirt, 4 m lang, 2,25 m breit, 12 bis 18 cm dick, damit sie sich durch Hitze nicht werfen. In Freden und in England ist die Giessplatte von Gusseisen cm stark, auf der Hobelmaschine geebnet und so gross, dass man Spiegelplatten von m Länge und gegen 3 m Breite darauf giessen kann. Die Glasmasse wird auf die atte ausgegossen und durch eine eiserne Walze gestreckt. Die Dicke des Spiegels rd durch Randleisten bestimmt. Die fertige Glasplatte wird dann in den Kühlofen schoben. Die sehr langsam erkaltete Glasplatte kommt in das Beschneidezimmer, mit Lineal und Diamant die unregelmässigen Ränder abgenommen werden und wird nn in Tafeln geschnitten.

Zum Schleifen (Rauhschleifen) kittet man die Glastafel in Gyps auf eine grosse runde, sch umlaufende Eisenplatte, über welche kleinere Scheiben angebracht sind, welche durch die ibung des Schleifens ebenfalls in Drehung gesetzt werden. Während des Schleifens wird nd und Wasser zugeführt. Wenn der Schliff bis auf die tiefsten Stellen angegriffen hat, muss

die Glastafel zur Bearbeitung der zweiten Fläche umgedreht werden. Dann folgt das F schleifen mit Schmirgel und das Poliren mit Colcothar. Durch das Schleifen büssen die G tafeln durchschnittlich die Hälfte ihrer Dicke, bez. ihres Gewichtes ein.

Spiegel. Das in der Spiegelbelegung angewendete Quecksilber muss sehr rein s Das Zinn muss aus dem feinsten Zinn geschlagen sein. Man legt die Glastafel auf den mit T beschlagenen Putztisch und reinigt sie. Man entrollt eine Folie auf dem Belegstein, glätte mit einer Bürste, giesst ein wenig Quecksilber darüber und reibt dasselbe mit einem T bäuschchen über die ganze Folienfläche (das Antränken). Man stellt den Belegstein wagre giesst auf die Folie so viel Quecksilber, als sie tragen kann, ohne dass das Quecksilber über Rand fliesst. Die Glastafel wird nun mit der einen Längenkante zwischen der Oberfläche Quecksilbers und der Folie langsam vorgeschoben, indem man die Kante stets untergetaucht l wodurch die Unreinheit der Quecksilberfläche unschädlich gemacht wird. Die Glasplatte v durch Gewichte belastet und dem Belegstein eine geringe Neigung gegeben. So bleibt die G tafel etwa 24 Stunden liegen, damit die Belegung Festigkeit bekommt. Dann wird das Glas dem Belegstein abgenommen und auf dem Trockengerüst auf Latten gelegt, mit der beleg Seite nach oben; die Neigung der Platte wird allmählich vergrössert, bis sie endlich in eine senkrechte Lage kommt. In dieser Lage bleiben die Gläser 1 bis 3 Wochen stehen. 1 Spiegelglas erfordert 5 bis 6 g Amalgam, letzteres besteht ungefähr aus 23 Th. Zinn und 77 Quecksilber. — Die Quecksilberspiegel werden mehr und mehr durch Silberspiegel ersetzt.

Silberspiegel. Die Glastafeln hierfür müssen frisch polirt und sorgfä gereinigt werden; der Belegraum muss staubfrei gehalten werden und darf seine Te peratur nur zwischen 20 und 30° schwanken. Nach Brashear (J. 1895) löst m 90 g Zucker in 1 *l* destillirtem Wasser und fügt 175 cc Alkohol und 4 cc Salpetersä von 1,22 spec. Gewicht zu. Die Mischung soll bis zur Verwendung mindestens e Woche stehen, da sie um so besser wirkt, je länger sie steht. Die Silberlösung ist e ammoniakalische Lösung des Oxydes, aus dem Nitrat niedergeschlagen, zu welcher m vor dem Gebrauche eine Aetzkalilösung im Verhältniss von 0,5 g Aetzkali (in Alko gereinigt) zu 1 g Silbersalz hinzufügt. Folgende Tabelle ergibt den Bedarf an Silb nitrat, Aetzkali und Ammoniak, sowie die entsprechende Menge der Reductionsflüss keit für Spiegel von verschiedener Grösse.

Für Spiegel vom		Silbernitrat $AgNO_3$	Aetzkali KOH	Ammoniak (spec. G. 0,88) $NH_3 + H_2O$	Reductions-Flüssigkeit
Durchmesser	Flächeninhalt				
30 cm	707 qc	15 g	7,5 g	12 cc	85 cc
25	491	11	5,5	9	65
20	314	7	3,5	6	40
15	177	4	2,0	3	25
10	78,5	1,8	0,9	1,5	10
5	19,6	0,5	0,25	0,5	3

Silbernitrat und Aetzkali werden gesondert gelöst, jedes in etwa 100 cc Wass auf 1 g Salz. Zur Silberlösung wird etwa die Hälfte der Ammoniakflüssigkeit z gegeben, der Rest derselben mit destillirtem Wasser im Verhältniss von 1 : 5 verdün und dann langsam hinzugefügt, bis der gebildete Silberniederschlag eben wieder a gelöst wird. Während des letzten Theiles dieser Operation muss die Lösung dauer bewegt und das Gefäss geneigt oder geschüttelt werden, um das an den Seitenwänd Haftende abzuspülen. Nunmehr füge man die Aetzkalilösung hinzu, mische tücht durch und füge, falls ein Niederschlag bleibt, unter Anwendung derselben Vorsicht maassregeln wie vorhin von der verdünnten Ammoniakflüssigkeit so viel hinzu, bis d Niederschlag beinahe wieder gelöst ist. Zum Schluss soll die Flüssigkeit eine leic bräunliche, das Vorhandensein einer geringen Menge freien Silberoxydes andeutend Färbung zeigen. Man lässt sie 5 Minuten stehen und filtrirt sie, falls viele suspendir Theilchen vorhanden sind, durch grobes Filtrirpapier oder Baumwolle, worauf sie fi

n Gebrauch fertig ist. Zu der Lösung wird die erforderliche Menge Reductions-ssigkeit hinzugefügt, das Ganze gut durchgemischt und auf die Platte gegossen. enige Minuten nach der Mischung nimmt das Bad eine dunkelbraune Färbung , welche allmählich heller wird, bis es zum Schluss wieder fast ganz klar er-eint. Bei der günstigsten Temperatur von 20° ist die Operation in 10 bis 15 Minuten endet.

Man lässt die überschüssige Lösung abfliessen und wäscht wiederholt mit reinem asser, welches die Temperatur des Belegraumes besitzt. Hierauf stellt man die iegel schräg, lässt abtropfen und trocknen. Man gibt dann zuerst einen Schutzlack n Rubinschellack in Weingeist, nach dem Trocknen desselben einen zweiten Anstrich Rubinschellack-Weingeistlösung, in der man Chromgelb oder Ocker, oder auch Alu-niumbronze, verrieben hat. Nach dem Reinigen der Vorderseite des Spiegels ist der-be zum Einrahmen fertig.

Sorgfältig hat man darauf zu achten, dass das zur Herstellung der Lösungen verwendete tillirte Wasser sowohl als die sonstigen verwendeten Chemikalien absolut chlorfrei seien; ein h so geringer Chlorgehalt der Versilberungsflüssigkeit verursacht das Auftreten von Schleiern der Versilberung (J. 1881, 473; 1890, 744).

Zur Herstellung von durchsichtigen Silberspiegeln wird nach Rost (J. 1895) bekannte Durchsichtigkeit sehr dünner Metallblätter in der Weise zur Erzeugung durch-tiger Silberspiegel benutzt, dass der auf der Glasplatte sich bildende Niederschlag unter-chen wird, bevor derselbe in Folge zu grosser Stärke undurchsichtig wird. Nach dem Ab-chen und Trocknen des Belages wird letzterer mit farblosem Lack überzogen.

Platinspiegel. Mit Lavendelöl zusammengeriebenes Platinchlorid wird mit einem sel auf die Glastafel getragen und dieselbe nach dem Eintrocknen in einer Muffel gebrannt; mit ist der Spiegel fertig. Die Dünne der Platinschicht bringt es mit sich, dass solche tten, obwohl sie beim Daraufsehen einen Spiegel abgeben, doch gegen das Licht gehalten chsichtig sind und man durch sie hindurchsehen kann, ohne selbst gesehen zu werden.

Zum Vergolden des Glases dient eine verdünnte Lösung von Natriumaurat, die man einer gesättigten Lösung von Aethylen in Alkohol reducirt. Einfacher erhält man die Ver-lung durch Verwendung des zur keramischen Decoration dienenden „Glanzgold".

Hohlglas. Der Glassatz für ordinäres Flaschenglas besteht je hdem aus Sand, Potasche oder Soda, Seifensiederasche, Holzasche, Glaubersalz, chsalz, Gaskalk, Kalk, Lehm, Schlacken, Basalt und anderen feldspathhaltigen ffen (S. 698).

Die Herstellung von Wein- und Mineralwasserflaschen geschieht wie Fig. 566 S. 711 ange-tet, nur wird eine Form angewendet, welche der Flasche die äussere Form, Inschrift u. s. w. . Eine bedeutende Verbesserung ist die Herstellung von Flaschen mit Pressluft[1]).

Die sog. Millionenrisse im Flaschenglase werden nach Jensch (J. 1899) durch leiche Wärmevertheilung der Kühlöfen veranlasst. Die Pressung, welche die bei der Gährung Schaumweine sich entwickelnde Kohlensäure auf die Glaswandung ausübt, beträgt rund tm.; bei Anrechnung eines Sicherheitscoëfficienten von 100 Proc. wäre dann als Grundlage Lieferungsbedingung eine Druckfestigkeit von 10 Atm. zu betrachten. Fast alle Flaschen en 20 Atm. aus. Gute, widerstandsfähige Schaumweinglasflaschen hatten folgende proc. mmensetzung:

	Buhlbach	Achern	Stockach i. B.	Friedrichsthal	Luisenthal
SiO_2	57,02	59,0	56,82	59,25	58,80
FeO		2,95	3,17	4,08	3,60
Al_2O_3	15,3	4,85	5,36	6,21	1,60
MnO		0,63	0,43	0,83	
CaO	14,5	20,60	23,68	24,60	25,10
Na_2O	9,0	5,84	6,12	4,11	6,20
K_2O	3,6	—	—	—	—
MgO	0,8	5,11	4,24	1,24	4,70

1) J. 1883, 602; 1884, 620; 1887, 802; 1890, 740.

Zur Herstellung der Bechergläser wird ein Glasballon mit möglichst dünnen Wä
geblasen, dann an ein Nabeleisen geheftet und von der Pfeife abgesprengt. Das abgespre
Ende wird angewärmt, mit der Scheere abgeschnitten, ausgeweitet und umgebogen. Diese
Bechergläser haben unten eine scharfkantig abgesprengte Glasstelle, von welcher aus das
bei Temperaturwechsel leicht springt. Man pflegt deshalb jetzt die Bechergläser in Formen
geraden Wänden zu blasen und das Formen in Zangen zu vollenden. — Um Glasröhren
zustellen, wird zuerst ein kleiner Ballon geblasen, an welchen ein Gehilfe auf der der Pfei
mündung entgegengesetzten Seite sein Hefteisen anheftet, und sich, rückwärts schreitend,
lichst schnell entfernt. Bei einigermaassen starken Röhren muss der Bläser während des
ziehens fortwährend Luft einblasen und die Pfeife und folglich auch das Glas rotiren lassen
Glasstäbe werden auf dieselbe Weise hergestellt, nur unterbleibt dabei das vorläufige
blasen der Glasmasse.

Pressglas. Die messingenen Formen bestehen aus zwei oder mehreren Theilen;
gegenstände mit enger Mündung und tiefer Höhlung werden wie das gewöhnliche Hohlgl
diesen Formen aufgeblasen. Schalenförmige Gegenstände werden gepresst, indem man die
flüssige Glasmasse in die untere Hälfte der Form bringt und durch die obere Hälfte kräftig
presst, wobei die überflüssige Glasmasse durch Oeffnungen oder an den Seiten herausgep
wird. Auf ähnliche Art stellt man massives gepresstes Glas wie Messerbänkchen u. s. w.
Die durch Pressen hervorgebrachten Verzierungen sind oft kunstvoller, als die geschliffenen
weit billiger herzustellen, es mangelt ihnen aber die Schärfe der Ecken und Kanten, sowie
der geschliffenen Waare eigenthümliche spiegelnde Oberfläche. Zu Pressglas nimmt
meist einen bleihaltigen Satz, z. B. ein Gemenge von 300 Sand, 110 Mennige, 10 Kreide, 70 S
60 Potasche.

Hartglas. Die Erfindung des Hartglases (auch Vulkanglas genannt) d
de la Bastie (1875) erregte das grösste Aufsehen, dasselbe hat sich aber nur
sehr wenige Zwecke bewährt. Das Härteverfahren besteht im Wesentlichen in e
schnellen gleichmässigen Abkühlung des im Erweichungszustande befindlichen, be
fertig verblasenen und geformten Glases. Durch dieselbe wird dem letzteren
solche physikalische Beschaffenheit ertheilt, dass es besser als gewöhnliches, lang
gekühltes Glas im Stande ist, Stoss, Schlag u. dgl. zu widerstehen.

Die zu härtenden Gläser werden, nachdem sie bis zur Erweichung erhitzt sind, einer p
lichen Abkühlung „Abschreckung" unterworfen. Als Folge der schnellen Ueberwindung
Erweichungszustandes tritt ein Zustand der molecularen Spannung im Glase ein, der seiner
dem Hartglase seine Eigenschaften ertheilt. Die äussere Form und die Wandstärke der Gef
haben grossen Einfluss auf den Erfolg der Härtung. Gegenstände mit dicker Wandung sin
heisseren Bädern zu härten als solche mit dünner; bei ersteren darf die Abschreckung nicht
so plötzliche sein, die Spannungszustände würden bei bedeutenderer Wandstärke zu g
werden; der Gegenstand zerreisst oder zerspringt im Bad. Die Temperatur, welche dem
härtenden Gegenstande vor der Härtung ertheilt werden muss, ist die Erweichungstemper
des Glases; entweder wird dasselbe direct von der Pfeife oder nach abermaligem Anwärmen
Vorwärmofen ins Härtebad eingesenkt. Am besten haben sich die aus Fetten hergestel
Bäder bewährt. Ausserdem haben die gas- oder dampfförmigen Stoffe zur Glashärtung
wendung gefunden, die ersteren wohl nur unbewusst, z. B. beim Glasspinnen; die hohe E
samkeit der Glasfäden lässt sich mit auf die kühlende, härtende Wirkung der Luft zurückfüh
Für grössere oder dickere Gegenstände reicht dagegen die abkühlende Wirkung der gasförm
Stoffe nicht aus, da ihr Wärmeleitungsvermögen nur sehr klein ist. — Beim Siemens'sc
Presshartglas wird das Glas in gewöhnlicher Weise zu der erforderlichen Form und Gr
zugeschnitten und dann bis zu vollständiger Erweichung erwärmt. Dann kommt es zwisc
kalte Metallplatten und wird dort nach der Dicke des Glases verschieden, aber in allen Fä
sehr schnell abgekühlt. Das Erhitzen und Abkühlen von Tafelglas gewöhnlicher Stärke da
etwa anderthalb Minuten, von denen die ganze für das Erhitzen, die halbe für das Abkü
erfordert wird.

Die Folge der plötzlichen Erkaltung des Glases beim Härten und der dann stattfinden
langsameren Abkühlung des Inneren ist ein Zustand der Spannung zwischen den einzelnen G
theilchen, je nach der Form des Gefässes gleichmässig oder weniger gleichmässig wirkend. D
Spannung ertheilt dem Hartglas die Festigkeit, Elasticität u. s. f., ist aber auch die Ursache
explosionsartigen Zertrümmerung, wenn sie an einer Stelle plötzlich entlastet wird. Ihre H
habung erfordert daher Vorsicht.

Geräthеglas. Nach Schott (J. 1892 u. 1893) schwankt der Ausdehnu
coëfficient der Gläser ganz bedeutend. Es gelang durch doppelten Ueberfang G

genstände von besonders hoher Widerstandsfähigkeit gegen Temperaturwechsel und erletzung der Oberfläche herzustellen. Das Verbundglas ist eine Art Hartglas, er durch zweckmässige Verschmelzung von zwei oder drei Glasarten mit bestimmten usdehnungscoëfficienten gewonnen. Die Spannungszustände im Verbundglase sind nlich wie im Hartglase. In den Figuren bedeuten die Pfeile Druck- oder Zugannungen. Fig. 567 stellt den Zustand eines spannungsfreien Glases vor. Fig. 568 n Querschnitt eines an der Luft abgekühlten Hohlkörpers. Die Aussenhaut ist schon lt und erhärtet, wenn sich das Innere noch in weichem Zustande befindet. Die nachgende Contraction der Innenschicht ist grösser als die der äusseren; erstere wird sich Dehnung, letztere in Compession befinden. Das Glas rd aussen resistent, innen gegen empfindlich gegen Verzungen sein. Fig. 569 zeigt n Spannungszustand wie das tzlich abgekühlte Hartglas aufweist. Fig. 570 u. 571 gen den vorübergehenden Zustand der Spannung, welchen ein sonst spannungsfreier askörper annimmt, wenn man ihn in kaltem Zustande in heisse Luft (Fig. 570) oder heissem Zustande in kalte Luft bringt (Fig. 571); im ersteren Falle entsteht Drucknnung, im letzteren Zugspannung. Kalte Luft bringt daher Glas viel leichter zum ringen als heisse. — Um den Compressionszustand der äusseren Schicht des Hartses und damit seine Widerstandsfähigkeit zu erreichen, kann man sich statt des kühlens an der Luft auch des Ueberfangens mit einem Glase von geringem Ausnnungscoëfficienten bedienen. Fig. 572 stellt den Spannungszustand dar; praktisch t hier nur die Schwierigkeit auf, die äussere Schicht genügend dünn zu erhalten. chflaschen aus Verbundglas kann man, mit Anilin zum Kochen erhitzt, mit sser anspritzen, Glasschalen können auf freier Bunsenflamme erhitzt werden, ohne springen; die Lampencylinder gestatten, erhitzt, ein Besprengen mit kaltem Wasser 1894, 749).

Fig. 567. Fig. 568. Fig. 569. Fig. 570. Fig. 571. Fig. 572.

Bleikrystall ist ein bleihaltiges Kaliumglas (S. 689). Früher bezeichnete man nit das gemeine (böhmische) Kaliumcalciumglas, welches auch jetzt noch zuweilen chtes Krystallglas zum Unterschied von dem schweren bleihaltigen gent wird. Für Bleikrystall zu klingenden Trinkgläsern und feinster Schleifre wird empfohlen:

Reinster Quarzsand	100	k
Reine Potasche, 90proc.	33,33	k
Feinste eisen- und kupferfreie Mennige	50	k
Kalkspath	8,66	k
Kalisalpeter	3,66	k
Braunstein als Entfärbung	100 bis 150	g
Bleikrystallscherben	100	k

In englischen Glashütten wendet man folgenden Satz an:

Geschlämmter und gut gebrannter Sand	300
Potasche	100
Mennige	150
Bleiglätte	50
Braunstein oder Arsenigsäure zum Entfärben.	

Um das Glas flüssiger zu machen, wird meist etwas Salpeter zugesetzt. Dumas fiehlt das Krystallglas aus 300 Sand, 200 Mennige und 95 oder 100 trockener Pot-

asche zu schmelzen. Nach Benrath hat Normalkrystallglas die Formel $K_{10}Pb_7Si_{36}$(
d. i. $5K_2O$, $7PbO$, $36SiO_2$ (S. 692).

Das Krystallglas wird wie das gewöhnliche Glas verarbeitet, kann aber leichter gehandh
werden als letzteres, weil es leichtflüssiger ist und nicht so leicht entglast, weshalb es häufi
als das gewöhnliche Glas im Feuer angewärmt werden kann. Die Krystallglasgegenstände wer
sogleich in den Kühlofen gebracht und wegen der Dicke des Glases sehr allmählich abgekühlt
Seiner geringen Härte wegen eignet es sich zum Schleifen besser als jedes andere Gl
Die Schleifbank gleicht im Wesentlichen einer Drehbank. Die Schneidescheibe ist von Gu
eisen und gut abgedreht; über derselben befindet sich in einem Behälter mit Wasser angerüh
und feingeschlämmter Sand, aus welchem unaufhörlich sandhaltige Tropfen auf die Schnei
scheibe fallen. Die geschliffenen Stellen werden auf der steinernen Glättscheibe weiter
handelt, dann auf der Polirscheibe aus Lindenholz, deren Holzfasern in der Richtung
Drehungsachse laufen, polirt. Die letzte Politur erhalten die Gläser erst auf der Bürstschei
welche 2 m im Durchmesser und 10 cm Breite auf dem Umfange hat. Man trägt auf diese Bür
mit Wasser angerührtes Englischroth, Tripel, Zinnasche oder Zinkweiss auf und polirt das
geschliffene Glas fertig.

Optisches Glas. Schott (J. 1888 u. 1890) stellt für optische Gläser folgen
Forderungen auf: 1. Die Zusammensetzung des Glases muss so geregelt sein, dass es
der Schmelzhitze die Gefässwände nicht zu stark angreift und fremde Theilchen in se
Masse aufnimmt. — 2. Es muss sich durch energisches Rühren während des
schmolzenen Zustandes homogen, d. h. frei von fadenförmigen Streifen anderer Brechu
als die Hauptmasse (Schlieren, Wellen) herstellen lassen. Diesem Anspruche entgeg
wirken solche Elemente im Glase, welche bei dem hohen Hitzegrade in Dampfform e
weichen. — 3. Es muss das Glas während der Abkühlung und im Schmelzprocess si
frei von Trübungen, Krystallausscheidungen und Bläschen herstellen lassen [1]). — 4.
muss das Wiedererweichen bis zu eben beginnender Schmelzung ertragen, ohne Tr
bungen und Krystallausscheidungen zu zeigen. Dieser Process ist nöthig, um ein
rohen Glasstück die zu seiner Verwendung passende Form in weichem Zustande
geben. — 5. Es muss sich durch ein geeignetes Kühlverfahren frei von Spannung h
stellen lassen. — 6. Es muss genügende Widerstandsfähigkeit gegen atmosphärisc
Einflüsse bieten, darf also vor allen Dingen durch einen dauernden Niederschlag v
Wasser auf seiner Oberfläche nicht hygroskopische Eigenschaften zeigen. — 7. Es mu
farblos sein. — 8. Es muss genügende Härte haben, um Schleifen, Poliren und genaue
Formgebung der brechenden Fläche zu gestatten.

Beim Schmelzen des optischen Silicatglases wird der gut getrocknete Schme
hafen innerhalb 4 bis 5 Tagen allmählich zur Rothglut erhitzt und in den Schmelzofen gebrach
Dort wärmt man ihn innerhalb 5 bis 6 Stunden, anfangs bei reducirendem gleichmässig im Of
vertheiltem Feuer bis zur Schmelzhitze an und legt dann zuerst die von früheren Schmelzung
erübrigten Glasbrocken ein. Nachdem diese geschmolzen sind, verglast man die Innenwand d
Hafens unter Anwendung eines grossen eisernen Löffels mit diesem Glase und legt den Satz ei
Wenn diese sog. erste Lage eingeschmolzen ist, so folgen einige weitere, bis der Hafen gefü
ist. Vor der letzten Einlage ist es zweckmässig, das Glas zu „blasen“; eine Rübe oder Kartoff
die sich an einer Eisenstange befindet, wird auf den Boden des mit dem Glase gefüllten Hafe
geführt und entwickelt dort so heftig Wasserdampf, dass eine tüchtige Durchmischung stattfind
Es folgt nun das Lauterschmelzen; dieses erfolgt bei sehr hoher Heizwirkung des Ofens, dan
alle Quarzkörnchen zum Verschmelzen und die im frisch eingeschmolzenen Glase vorhanden
Gasblasen zur Entweichung gebracht werden. Die Dauer dieser Schmelzperiode ist je nach d
Glasart verschieden, in der Regel etwa 6 bis 8 Stunden. Glaubt man das Glas in richtig

---

1) Fehler im Glase können entstehen durch unvollständiges Mischen, durch ungenügen
Hitze beim Schmelzen, durch schlechte Zusammensetzung und durch Temperaturschwankung
bei der Läuterung. Enthält das Glas bei der mikroskopischen Untersuchung von Dünnschliff
Quarz, umgeben von stark lichtbrechendem Thonerdesilicat, so stammen diese Knoten vom Haf
her. Quarz ohne diese Wolke lässt auf unrichtige Zusammensetzung oder Mischung schliesse
Sinkt bei der Läuterung die Temperatur, so treten Entglasungen, Ausscheidungen von Wollaston
Augit, zuweilen aber auch von Kieselsäure als Tridimit auf. (J. 1890, 743.)

hmelzung zu haben, so mässigt man die Feuerung eine Zeit lang, entfernt durch das sog. Ab-
nen die theilweise auf der Oberfläche sich ansammelnden thonerdereichen Antheile und legt
n zum Rühren zu verwendenden, aus Thon hergestellten, rothwarmen Hohlcylinder (Rührer)
n etwa 10 bis 12 cm Durchmesser und der Höhe des Hafens als Länge ins Glas und lässt die
rch seine poröse Beschaffenheit sich entwickelnden Gasblasen aufsteigen. Sobald dies nach
va 1 Stunde geschehen ist und das Glas eine etwas mässigere Wärme angenommen hat, beginnt
n mit dem ersten Rühren. Zu diesem Zwecke muss man in den Obertheil des tellerförmig
weiterten, mit einem quadratischen Loch versehenen Rührers von aussen ein Vierkantstück
nführen, welches sich am Ende eines innen mit Wasser gekühlten Rohres befindet. Mittels
eses auf einer ausserhalb des Ofens befindlichen Rolle laufenden Geräthes beginnt man nun
tig den Rührer durch das Glas durchzuführen und dafür zu sorgen, dass sowohl eine Durch-
schung der Masse in der wagrechten wie in der senkrechten Richtung stattfindet. Nach etwa
Stunde bläst man an der Glasmacherpfeife ein kleines Probefläschchen auf, um sich von dem
inheitszustande der Masse zu überzeugen. Sind noch Bläschen im Glase, so wiederholt man
e 3 Stunden diese Probe, bis es den gewünschten Zustand der Reinheit hat. Dann aber muss
s letzte Fertigrühren, welches je nach der Glasart 3 bis 5 Stunden dauert, vorgenommen werden.
die Erkaltung so weit gekommen, dass der Rührer sich nur noch schwer und langsam durch
e Masse bewegen lässt, so hebt man ihn aus dem Hafen, öffnet möglichst schnell das für ge-
hnlich durch einen grossen, an einer Winde hängenden Scharmottestein geschlossene Hafen-
or und hebt mit einer grossen fahrbaren Zange den Hafen aus dem Ofen und fährt ihn auf einen
harmottestein; dort kühlt er zunächst $1/2$ bis $3/4$ Stunde freistehend ab; wenn dann die Beweg-
hkeit der Glasmasse genügend nachgelassen hat, bringt man ihn in denselben Temperofen, in
lchem vorher der zur nächsten Schmelzung dienende Hafen vorgewärmt worden war. Hier
hlt er während weiterer 3 Tage völlig ab und sein Inhalt zerspringt gewöhnlich in viele grössere
d kleinere Stücke. Diese werden nun auf ihren Bruchflächen möglichst sorgfältig durchsucht.
e schlierigen Partien werden durch Abschlagung beseitigt und die erhaltenen, scheinbar guten
ücke dem Senkprocess unterworfen. Dieser hat die Aufgabe, den unförmig gestalteten, ge-
rungenen Stücken eine brauchbare, regelmässige quadratische oder runde Plattenform zu geben.
geschieht dies durch Wiedererwärmen des Glases in Scharmotte-Hohlformen bis zum be-
nnenden langsamen Schmelzen in einem langen, kanalartigen Ofen, an dessen einem Ende
chliche Rothglut herrscht und dessen anderes Ende nicht zu heiss ist, um das Einschieben der
harmotteformen mit einliegendem Glasstück zu gestatten. Nachdem die Scharmotteformen
n dem erweichten Glas ausgefüllt sind, werden sie in einen Kühlofen gebracht, der etwa 1 bis
t Glas in Platten fasst, dort aufgeschichtet und innerhalb 10 bis 12 Tagen abgekühlt. Nach
r Abkühlung werden die rohen Glasplatten aus den Formen entfernt, mehrere neben einander
hend, mittels Gyps in eisernen Rahmen festgekittet und an 2 gegenüberliegenden Seiten zur
rchsicht anpolirt. Die so untersuchungsfähig gemachten Platten werden auf Homogenität
hlieren) genau geprüft und sind dann in der Beschaffenheit, in welcher der grösste Theil des
tischen Glases in den Handel kommt. Man ist zufrieden in der Fabrikation, wenn von der
sprünglich für eine Schmelzung aufgewendeten Glasmenge durchschnittlich der fünfte Theil in
uchbaren Platten erübrigt.

Strass. Die Herstellung künstlicher Edelsteine oder Amausen hatte schon
ih in Aegypten und Griechenland eine hohe Stufe der Vollkommenheit erreicht.

Gegen Ende des vorigen Jahrhunderts bildete sich die Herstellung künstlicher Edelsteine
einem besonderen Industriezweige heran, um dessen Emporblühen sich Strasser in Wien
sonders verdient machte. Durch die Fortschritte der Chemie hat man es heutzutage so weit
bracht, dass man alle Edelsteine, mit Ausnahme des edlen Opals, nachzuahmen im Stande ist.
n nennt die zur Fabrikation der künstlichen Edelsteine dienende Masse Strass oder
inzer Fluss. Die Grundlage dieser Edelsteine ist farbloser Strass; Donault-Wieland
nd bei der Analyse von farblosem Strass:

Kieselsäure	38,1 Proc.
Thonerde	1,0
Bleioxyd	53,0
Kali	7,9
Borax und Arsensäure	Spuren

Diese Analyse führte zu der Formel $(3K_2O, 6SiO_2) + 3(3PbO, 6SiO_2)$. Neuerdings stellt
n den Strass auch unter Zusatz von Wismuth (als Oxyd oder Nitrat) und von Thallium (ge-
hnlich in Form von Nitrat) dar.

Durch Färben des Strass werden die in der Natur vorkommenden Edelsteine nachgeahmt.
pas wird z. B. erhalten aus weissem Strass 1000, Antimon 40, Goldpurpur 1; oder Strass 100,

Eisenoxyd 1. — Rubin lässt sich aus der Topasmasse darstellen, indem man 1 Th. dersell mit 8 Th. Strass schmilzt und die Temperatur des Ofens 30 Stunden lang erhält. Einen weni schönen Rubin erhält man aus Strass 1000 und Mangansuperoxyd 25. — Smaragd: Strass 10 Kupferoxyd 8, Chromoxyd 0,2. Durch grösseren Zusatz von Kupferoxyd und Chromoxyd u indem man zugleich etwas Eisenoxyd zusetzt, lässt sich der grüne Ton abändern und ein dun lerer Smaragd erzeugen, welcher Aehnlichkeit mit dem Peridot hat. — Saphir wird erhal aus Strass 1000, reinem Kobaltoxyd 15. — Amethyst: Strass 1000, Mangansuperoxyd Kobaltoxyd 5, Goldpurpur 0,2. — Aquamarin oder Beryll aus Strass 1000, Antimonglas Kobaltoxyd 0,4. — Karfunkel oder syrischer Granat aus Strass 1000, Antimonglas 5 Goldpurpur 4, Mangansuperoxyd 4.

Buntglas. Man unterscheidet solches Buntglas, welches durch seine gan Masse hindurch gefärbt ist und solches, bei welchem ein ungefärbtes Glas mit ein Schicht des gefärbten Glases überzogen ist, Ueberfangglas genannt. Letzte Verfahren wendet man besonders bei solchen Metalloxyden an, welche die Glasmasse stark färben, dass dieselbe schon bei geringer Dicke fast undurchsichtig erscheint. Inde die dünne Schicht des gefärbten Glases stellenweise hinweggeschliffen oder durch d Sandstrahlgebläse hinweggeblasen wird, erhält man eine beliebte Verzierung geschliffen Glaswaaren.

Zur Herstellung des Ueberfangglases bringt man in den Ofen zwei Glashäfen, in d einen farbloses Glas, in den anderen das gefärbte Glas, das zum Ueberfangen dienen soll. Zu Ueberfangen von Hohlglas verarbeitet man das rothe Glas in dem Hafen zu Zapfen, welche n bei der Arbeit im Glasofen so weit erhitzt werden, dass man davon Stücke mit der Scheere a schneiden kann. Man unterscheidet Ueberfangen von Aussen und Ueberfangen zwisch zwei Schichten. Im ersteren Falle wird ein weisser Glasklumpen an die Pfeife genomm und mittels eines flachen eisernen Werkzeuges, des Streicheisens, das abgeschnittene Stü rothen Glases durch Streichen und Anwärmen so gleichförmig als möglich ausgebreitet. In de zweiten Falle wird nur eine sehr kleine Menge weissen Glases herausgenommen, auf dieser d rothe Glas ausgebreitet und über diesem durch Eintauchen in weisses Glas ein genügend gross Glasklumpen gebildet. Wird nun der Kolben aufgeblasen, so dehnen sich beide Gläser gleic mässig aus. —

Dahin gehören auch das neuerdings im Handel vorkommende schöne Metallglas und d Hohlglas mit goldigem Schimmer; letzterer wird durch mit Silber gelbgefärbtes Uebe fangglas erzeugt (J. 1891, 758).

Rothe farbige Gläser erzeugt man durch Goldpurpur, durch Kupfer- und durch Eisenoxy Vermittels Goldpurpur wird, wie S. 695 bemerkt, das Gold- oder echte Rubinglas erzeug Eisenoxyd erzeugt ein häufig angewendetes Roth. Selenglas S. 696.

Nach Angabe der gräfl. Schaffgott'schen Josephinenhütte (J. 1889) wird vo ständig durchscheinendes, zur unmittelbaren Verarbeitung zu Hohlglas geeignetes massiv Kupferrubinglas dadurch hergestellt, dass im offenen Hafen folgender Satz g schmolzen wird:

2000	Th.	feiner Kies,
400	„	Mennige,
600	„	Potasche,
100	„	Kalk,
20	„	phosphorsaurer Kalk,
20	„	Weinstein,
20	„	Borax,
9	„	Kupferoxydul,
13	„	Zinnasche.

Andere setzen Arsen zu (J. 1895, 734).

Hämatinon. Die Alten bezeichneten damit eine zu Prunkgefässen, Mosaiken u. dg angewendete rothe Glasmasse, welche in den pompejanischen Nachgrabungen gefunden wir Pettenkofer stellte das Hämatinon dar durch Zusammenschmelzen von Kieselsäure, Kal gebrannter Magnesia, Bleiglätte, Soda, Kupferhammerschlag und Eisenhammerschlag (S. 694 Als ein Theil der Kieselsäure in der Mischung durch Borsäure ersetzt wurde, erhielt man ei Masse, welche nach dem Schleifen und Poliren Krystallisationen von grosser Schönheit in eine dunkelrothen, fast schwarzen Grunde zeigte. Der bläulich dichroitische Schimmer auf dunkle Grunde ist mit dem Schimmer von Sternen auf nächtlichem Hintergrund zu vergleichen, weshal Pettenkofer dieser boraxhaltigen Masse den Namen Astralit gab (J. 1875, 699).

Aventurin. Bräunliche Glasmasse, in welcher krystallinische Flittern von metallischem pfer fein vertheilt sind. Pettenkofer hat Aventuringlas aus Hämatinon dadurch dartellt, dass er der schmelzbaren Hämatinonmasse so viel Eisenfeile zumischte, dass etwa die lfte des darin enthaltenen Kupfers reducirt wurde. Frisch geschmolzen ist das Glas tief nschwarz, beim langsamen Abkühlen geht es in Aventuringlas über (vgl. S. 695).

Durch reichlichen Zusatz von Kaliumchromat zum Glassatz lässt sich in Folge der Abeidung von Flittern aus Chromoxyd Chrom-Aventurin darstellen, ein Glassatz, der insen von Wächter im J. 1849 schon zu Porzellanglasur in Vorschlag gebracht worden war 1876, 640).

Schwefelrubin wird in böhmischen Glashütten hergestellt (J. 1896). Ein bleifreier z für weisses Glas verlangt auf 100 k reinsten Quarzsandes 10 k Schwefelblüthe und 1 bis Holzkohle. Je nach der Tiefe der gewünschten Farbe und namentlich der Wandstärke der zustellenden Gläser wird der Zuschlag von Kohle innerhalb dieser Grenzen wechseln. Das rst in den gedeckten Hafen eingelegte Gemenge, den Hafen nur halb füllend, muss vollkommen ter geschmolzen sein, ehe die nächste kleine Menge eingetragen wird. Nach Füllung des fens wird das Rubinglas wie das weisse Glas verarbeitet, und es bedarf nicht des Anwärmens, aufens der Farbe, wie die Gold- und Kupferrubine, es ist rubinroth nach dem ersten Erkalten, ändert die Farbe auch nicht bei mehrmaligem Anwärmen während der Arbeit. Als Beispiel es Gemenges für Cathedralglas und glattes geblasenes Tafelglas, auch Hohlwaare und Butzeneiben mit tief rother Farbe kann folgende Vorschrift gelten:

Reinster Quarzsand	100 Th.
Calcin. Ammoniaksoda . . .	50
Weisser Marmor	25
Schwefelblüthe	10
Kohle	1,50

Topasgelb erhält man durch antimonsaures Kali oder auch Antimonglas. Die Gelbung durch Silber wurde bereits S. 695 erwähnt. Goldgelbes Glas erhält man durch Zusatz Anthracit, das schöne Annagelb mit Uranoxydnatron. — Das Kaisergelb mit Schwefelmium ist durch Ueberfang hergestellt. Von den mittels Silber gefärbten Gläsern untereidet sich das Cadmiumglas durch seine satte grünlichgelbe Färbung[1]).

Uranoxyd gibt grünlichgelbes fluorescirendes Glas. Ordinäres ins Braunrothe sich endes Gelb wird durch Eisenoxyd erhalten. Blau wird erzeugt durch Kobaltoxyd, seltener ch Kupferoxyd; Grün durch Chromoxyd, Kupferoxyd und endlich Eisenoxydul, welches tere indessen ein Grün von wenig Feuer und Reinheit liefert.

Zur Herstellung grüner Gläser werden z. B. folgende Sätze empfohlen:

Hellgrün.	
Sand	100 Th.
Potasche	36
Kalk	14
Salpeter	1
Uranoxyd . . .	1,50
Arsenik	0,12

Pompadourgrün.	
Sand	100 Th.
Potasche	36
Kalk	13
Uranoxyd	0,75
Kupferoxyd, schwarzes	0,38
Eisenoxyd, rothes . .	0,75
Manganoxyd . . .	0,20
Arsenik	0,12

Violett durch Manganoxyd (Braunstein und Salpeter); Schwarz durch viel Eisendul, namentlich mit einem Zusatze von Kupferoxyd, Braunstein und Kobaltoxydul; ein öneres Schwarz erhält man durch Iridiumsesquioxyd.

Für schwarzes Glas, sog. Hyalith, zu Trauerschmuck u. dgl. wird folgender Satz fohlen:

Sand	100 Th.
Mennige	82
Potasche	38
Salpeter	8
Kobaltoxyd	8
Hochproc. Braunstein . . .	8
Eisenhammerschlag	12
Kupferoxyd	12
Glasbrocken	40 bis 50

1) Vgl. J. 1889, 790; 1890, 748; 1891, 756.

Atlasglas. Die aus Farbenglas geblasenen Gefässe erhalten durch weiteres Ausbl in einer Metallform eine Art Relief, d. h. vertiefte Streifen, Reihen von kleinen napfart Vertiefungen u. dgl. Dann kommt ein Ueberfang von klarem Krystallglas über das Farben Derselbe legt sich auf die glatten, ebenen Stellen glatt an, dringt und schmiegt sich aber in die flachen Vertiefungen, welche als mit Luft gefüllte Hohlräume bleiben. Nachdem Gefäss durch Auszwacken, muschelartiges Ausbiegen des Randes vollendet und mit Füssen Henkeln versehen worden und die Kühlung vorbei ist, wird die äussere Fläche matt ge Das gibt das atlasartige, die Lufträume verändern dazu noch weiter die Grundfarbe des Gl Resedagrün, Heliotropviolett, Granatroth, Jonquillengelb sind die beliebtesten Farben d hübschen Glases (J. 1887, 801).

Perlmutterglas. Luxusgläser, welche aus hellem, halbopakem Beinglas mit Kry überfang bestehen. Unter dem klaren Ueberfang schillert das nur schwach weiss getrübte opal- oder perlmutterartig hindurch. Oft hat das Perlmutterglas auch einen feinen leic Farbton, bläulich, grünlich, gelblich, und dann ist die Wirkung noch schöner. Die Trübung Perlmutterglases tritt erst bei dem Abkühlen und Wiederanwärmen des an der Pfeife befindli Kölbchens ein, darauf folgt dann der Ueberfang. Häufig werden Perlmuttergläser in cannelli geriefteu, gekuppten Mustern aus Vorblasformen gearbeitet, und auf deren vielgestaltigen C flächen schillert das Farbenspiel besonders schön (J. 1895).

Glasmalerei. Wenn leicht schmelzbare, durch Metalloxyde gefärbte Glasflüsse in geriebenem Zustande auf eine Glasfläche aufgetragen werden, so können sie bei mässiger H bei der die Glastafel noch nicht zum Schmelzen kommt, dergestalt eingeschmolzen werden, sie eine dauerhafte Malerei darstellen. Da die farbigen Glasflüsse durchsichtig oder doch du scheinend sind, so werden alle Glasmalereien auf durchfallendes Licht berechnet. Die Fa sind Metalloxyde, zum Theil dieselben, die man auch zum Färben des Strass anwendet. Da durch Einbrennen erzeugten Farben die Reinheit und das Feuer abgeht, so bedient man auch des farbigen und überfangenen Tafelglases, und bringt durch Einbrennen geeigneter dur Farben die nöthigen Schattirungen hervor. Die jetzigen Glasgemälde sind demnach Vereinigu von wirklichen Glasmalereien und Glasmosaik. — Weber empfiehlt auch für Glasmalereie widerstandsfähiges Glas (J. 1890).

Für reines Weiss benutzt man Zinnoxyd und antimonsaures Kali, zu Gelb Neapel oder Antimongelb, dann ein Gemenge von Eisenoxyd, Zinn- und Antimonoxyd, von Antimons und Eisenoxyd, oder Chlorsilber oder Silberoxyd oder ein Gemenge von Schwefelsilber Schwefelantimon. Bleichromat und Baryumchromat geben ein nicht durchsichtiges Hellg Zu Roth dient reines Eisenoxyd (Wangenroth), Goldpurpur und ein Gemenge von Goldo Zinnoxyd und Chlorsilber. Braun erhält man mit Hilfe von Manganoxyd, gelbem Oc Umbra oder Ferrochromat. Zu Schwarz verwendet man Iridiumoxyd, Platinoxyd, Ko und Manganoxyd, zu Blau Kobaltoxyd oder Kalium-Kobalt-Nitrit, zu helleren Tönen ein menge von Kobaltoxyd, Zinkoxyd und Thonerde, zu Grün Chromoxyd und Kupferoxyd. Flüsse bestehen aus Kieselsäure, Mennige und Borax. Die mit dem Flussmittel auf Innigste gemischte Farbe wird als feinstes Pulver mit einem Bindemittel zusammengerie welches aus dem Pinsel fliesst, am Glase fest anhaftet und sich im Feuer vollständig verflüch ohne aufzublähen oder rissig zu werden. In neuerer Zeit wendet man Terpentinöl an, re cirtes und verdicktes; ersteres nennt man Dünnöl, letzteres Dicköl, ferner Lavendelöl, Be mottöl und Nelkenöl. Das Einbrennen geschieht in Muffelöfen.

Besondere Glassorten. Schmelzglas (Email) ist ursprünglich eine G masse, welche durch Zinnoxyd undurchsichtig gemacht ist. Man oxydirt eine Legi aus 15 bis 18 Th. Zinn und 100 Th. Blei durch Erhitzen bei Zutritt der Luft, pul das Oxyd und schlämmt es hierauf. Das so erhaltene Gemenge von Zinnoxyd und I oxyd (Bleistannat) wird mit einer Glasmasse gefrittet.

Beinglas, ein milchweisses, schwach durchscheinendes Glas, welches zu Lam schirmen, Thermometerscalen u. dgl. verwendet wird, erhält man durch Versetzen von wei Hohlglase mit 10 bis 20 Proc. weissgebrannter Knochen. Das Glas ist nach dem Schme vollkommen klar, erhält aber die milchweisse Farbe, wenn bei dem Verarbeiten mit der P angewärmt wird, um so mehr, je öfter die Anwärmung geschieht. Es lassen sich auf diese W die Gläser von einer durchscheinenden Opalfarbe bis zum gesättigten Milchweiss färben. E glas lässt das Licht mit rother Farbe durch.

Alabaster- oder Opalglas, auch Reis- oder Reissteinglas genannt, zeigt r den röthlichen Schein des mit Calciumphosphat bereiteten Glases. Das Alabasterglas ist sehr kieselsäurereiches, unvollkommen geschmolzenes Glas, dessen Trübung von unaufgelö Theilen herrührt; nach Reich (J. 1899) von $14Al_2F_6 . 7Al_2O_3 . 60SiO_2$. Man wendet bei

stellung meist denselben Satz wie zu Krystallglas an; so wie aber der Satz geschmolzen ist, l das Glas ausgeschöpft und abgeschreckt. Ist dann ein neuer Posten eingeschmolzen, so l das kalte abgeschreckte Glas darauf abgegeben, dadurch die Masse abgekühlt und das ergeschmolzene Glas bei möglichst geringer Hitze verarbeitet. Die unaufgelösten Theilchen Glasmasse, welche die Trübung bewirken, dürfen nur mikroskopisch und weder deutlich rscheidbare Körner noch Bläschen sein.

Alabastergläser schüren leicht aus, wenn man nicht beste, höchstprocentige Potasche mt; auch ist es nöthig, die Gemenge in einen Ofen, in welchem zugleich auch andere Glasen abgeschmolzen werden, mehrere Stunden später einzulegen, da sie sich sonst ausschüren den. Ein öfteres Anwärmen des Glasstückes vermehrt die Opacität, da dieselbe wesentlich Entglasungsprocess ist. Praktische Glassätze sind:

1. Alabasterglas.

Quarzsand von Hohenbocka	100 k
Potasche (95proc.)	40
Borax	5
Federweiss	5
Alabasterbrocken nach Vorrath.	

2. Alabasterglas.

Quarzsand von Hohenbocka	100 k
Potasche (95proc.)	43
Kaliumsalpeter	4,5
Geglühter Guano	5,7
Alabasterbrocken nach Vorrath.	

Durch Zusatz färbender Metalloxyde erhält man verschiedenartig gefärbte Reisgläser, die häuchlichsten sind: Türkis durch Zusatz von 720 g rein. Kupferoxyd in einem Alabastermenge. Chrysopras durch Zusatz von 480 g rein. Kupferoxyd und 720 g lichtgelbem noxyd-Natron. Beryll durch Zusatz von 720 g rein. Kupferoxyd und 280 g lichtgelbem noxyd-Natron (J. 1897, 710). — Ein starker Zusatz von Knochenasche, geglühtem Guano gl. gibt die sog. Beingläser, die weissen als Milchglas bekannt, die mit geringen Mengen alloxyden gefärbten als Aurora, Isabell, Cölest, Seladon, Rehgrau, Bismarckrun, Neugrau o. dgl. Glassätze für Milchglas sind:

Reinster Quarzsand	100 k
Potasche (95proc.)	40
Geglühter Guano	25
Kaliumsalpeter	4,5
Milchglasbrocken nach Vorrath.	

Reinster Quarzsand	100 k
Potasche (95proc.)	35
Knochenasche	27
Borax	5
Mennige	5

Kryolithglas (Heissgussporzellan, *hot-cast-porcelain*) wird nach Williams lten durch Schmelzen eines Satzes von

67,19 Proc. Kieselsäure,
23,84 „ Kryolith und
8,97 „ Zinkoxyd.

Ein österreichisches Kryolithglas enthielt nach Weinreb (J. 1885):

Kieselsäure	78,00 Proc.
Thonerde	3,12
Eisenoxyd	Spur
Manganoxydul	Spur
Kalk	3,87
Natron	9,46
Kali	4,35
Fluor	3,77

Fischer empfiehlt folgende Spathglassätze als praktisch bewährt:

	I	II	III
Sand	100	100	100
Flussspath	20	20	20
Feldspath	36	34	80
Soda	16	20	20
Potasche	12	8	6
Salpeter	6	5	5
Mennige	6	5	5
Kryolith	—	6	—
Thonerdehydrat	—	—	8

Seiner Ansicht nach ist wesentlich für die Trübung des Glases nur das im Kryolith haltene Fluoraluminium, welches allein als Trübungsmittel des Kryoliths anzusehen ist. J. 1889, 791; 1891, 757.)

Mousselinglas ist ein Tafelglas, welches durch einen undurchsichtigen Grun mattem Weiss verziert ist. Dasselbe verdankt sein Matt einer aufgefritteten dünnen Sc von bleihaltigem Krystallglas, oder es ist ein mit einer dünnen Emailschicht überzogenes Die Mischung des belgischen Email ist z. B. 100 Th. Sand, 110 Th. Mennige, 110 Th. Kry glasbrocken, 35 Th. Borax (entwässert), 25 Th. Zinnasche.

Achatglas erhält man, indem man verschieden gefärbte Glasstücke mit einander bi Zähflüssigwerden erhitzt, wenig umrührt und sofort verarbeitet.

Eisglas *(verre craquelé)* zeigt auf der Oberfläche eine durch natürliche Sprünge he gebrachte Zerklüftung. Diese Sprünge werden durch Eintauchen des fertigen, noch glü heissen Glasgegenstandes in kaltes Wasser erzeugt, durch Anwärmen unschädlich gemacht durch Aufblasen des Gegenstandes geöffnet, so dass das Ganze das Aussehen einer im Auftl begriffenen Eismasse hat. Zuweilen werden die zwischen den Klüften stehen gebliebene höhungen noch etwas rauh geschliffen.

Irisirendes Glas. Seit 1872 kommen Glassachen mit schöner in Regenbogenf schillernder Oberfläche vor. Solches irisirendes Glas wurde zuerst von Brianchon da hergestellt, dass er die betreffenden Gegenstände (Briefbeschwerer, Wassergläser u. dgl. einem goldhaltigen Wismuthoxydflusse in so dünner Schicht überzog, dass sie im durchfalle Lichte fast unmerklich bleibt, im reflectirten Lichte aber die Regenbogenfarben zeigt. Weisskopf kann man durch Einwirkung der Dämpfe von Chloriden bei hoher Tempe irisirendes Glas erhalten, für geschliffene Sachen verwendet man aber in österreichischen H einen dünnen Goldüberzug (vgl. J. 1878, 575).

Glasincrustationen entstehen, wenn Reliefgegenstände aus schwachgebranntem glasirtem weissem Thon oder aus Specksteinmasse zwischen glühend auf einander gelegte glasschichten eingeschlossen werden. Durch die eingeschlossene dünne Luftschicht e der Reliefgegenstand das Ansehen von mattem Silber. Hat der Glasüberzug eine pass gelbe Farbe, so erhält der Gegenstand das Ansehen von mattem Golde. Aehnlich ist Atlasglas.

Filigranglas. Mit Faden- oder Petinetglas (Filigranglas) bezeichnet man Glasarbeiten, deren Körper neben einander hinlaufende oder scheinbar gewebeartig sich zende, weisse oder farbige Fäden zeigen. Bei der Herstellung von Petinetglas taucht man von undurchsichtigem oder farbigem Glase in undurchsichtiges Glas und zieht dieselben so als man sie zu der jedesmaligen Verwendung haben will. Das reticulirte Glas (Latic glas) enthält aus kleinen Luftbläschen gebildete netzförmige Gewebe eingeschlossen.

Millefiori nennt man die mosaikartigen Glasarbeiten (Briefbeschwerer, Messersch Stockknöpfe u. s. w.), bei denen die mannigfaltigsten farbigen Muster in eine Umhüllung Krystallglas eingeschlossen sind. Die Herstellung des Millefioriglases beruht ebenso wie des Petinetglases auf dem Umstande, dass ein Glasstab ohne Veränderung seiner runden eckigen Form im zähflüssigen Zustande bis zur Dicke eines Haares und noch feiner ausgez werden kann. Rollt man z. B. einen Glasstab von rother Farbe und taucht denselben so nacheinander in weisses, blaues und grünes Glas, so wird der Stab auf dem Querdurchsch einen rothen Kern mit einem weissen, blauen und grünen Ringe umgeben zeigen. Wird d runde Stab im erhitzten Zustande an den Seiten mit einem eisernen Instrumente regelm eingedrückt, so wird er im Querschnitt einen Stern bilden, der eine rothe Scheibe mit farb Zickzacklinien umgeben enthält.

Glasperlen. Man unterscheidet massive oder geschmolzene, und hohle oder gebla Perlen. Die erstern führen auch den Namen Venetianer Perlen, weil sie früher vorzugswei Venedig gefertigt wurden. Bei der Herstellung der kleinen Venetianer Perlen bedient man der in den Glashütten auf der Insel Murano bei Venedig verfertigten hohlen Glasstängelchen Glasröhrchen, die 1 cm etwa dick sind und deren Höhlung ungefähr den dritten oder vie Theil ihrer Dicke weit ist. Diese Röhren bestehen theils aus weissem und gefärbtem Bein und theils aus mit Zinnoxyd bereitetem Emailglas, welches durch Zusatz färbender Metallo mit allen möglichen Farben versehen werden kann (vgl. S. 718).

Um aus diesen Röhren Glasperlen herzustellen, werden die Röhren in kleine Stück zerlegt. Man wirft die Glasstückchen in ein Gefäss, in welchem sich Kohlenpulver befindet rührt sie darin um, damit ihre Höhlung mit Kohlenpulver sich anfüllt und dadurch das schmelzen verhindert wird. Darauf bringt man sie in fast bis zum Glühen erhitzte weite eis Gefässe mit flachem Boden und rührt sie mit einem eisernen Spatel um, so dass die scha Kanten der Stückchen sich abrunden. Auf den meisten Hütten werden jetzt die Glasstück in einem über dem Feuer befindlichen kaffeetrommelähnlichen Apparat abgerundet.

Hohle Perlen. Jaquin (1656) schuppte Weissfische ab und nannte die Mischung der [Sch]uppen mit Wasser orientalische Perlenessenz *(Essence d'orient)*. Die Perlen werden [aus] Glasröhren von verschiedener Dicke geblasen. Das Ausbrechen der Oeffnungen bei den [feine]n Sorten geschieht wechselweise mit den Röhren selbst, deren eine immer zu diesem Ende [an d]ie bereits geformte Perle angeschmolzen wird. Dann wird ihre innere Fläche mit Perlen[esse]nz überzogen. Es gehören mehr als 8000 Fische dazu, um 1 k Schuppen zu erhalten und [dies]e geben noch nicht ganz 120 g der Perlenessenz, so dass mithin 40 000 Fische zu 1 k dieser [Esse]nz erforderlich sind. Um die Perlen auf ihrer Innenseite damit zu überziehen, saugt man [da]s Essenz in die Perle und bewegt sie dabei nach allen Seiten.

Nach Heckert (Petersdorf) wird Perlmosaik mit gelochten Perlen dadurch hergestellt, [dass] man das Mosaik zunächst als Perlstickerei ausführt, diese mit der Vorderseite entweder mit [Kitt] oder Email auf die zu verzierenden Gegenstände aufklebt und sodann bei Anwendung von [Kitt] nach Erhärten desselben das Gewebe und die Fäden der Stickerei wegsengt, bei Anwendung [von] Email durch Brennen die Perlen mittels des Emails anschmilzt und dabei das Gewebe und [die] Fäden der Stickerei verbrennt. Die so hergestellten Verzierungen sind sehr schön.

Glasätzen. Das Aetzen in Glas ist im J. 1670 von Schwankhardt (oder Schwanhard) [erfu]nden worden. Nach Piil besteht der zweckmässigste Radirgrund aus einer Auflösung eines [gesc]hmolzenen Gemenges von Asphalt und Walrath in Terpentinöl (Strichgrund) oder eines [Gem]enges von 1 Th. Asphalt mit 1 Th. Colophonium und so viel Terpentinöl, bis die Masse un[gefä]hr Syrupconsistenz erhält (Deckgrund). Die zu ätzende Glasplatte wird mit dem Aetzgrund [über]zogen, mit einem Wachsrande oder mit in Wachs getauchten Holzleisten umgeben, damit [man] die flüssige Flusssäure aufgiessen kann, welche man so lange einwirken lässt, bis die feinsten [Stri]che die hinreichende Tiefe erlangt haben. Die geätzte Platte wird gewaschen und durch [Erw]ärmen und Behandeln mit Terpentinöl von dem Deckgrunde befreit.

Das Glasätzen zu decorativen Verzierungszwecken wird gleichsfalls mit Fluorwasser[stoff]säure ausgeführt. Nach dem Verfahren von Tessié du Motay erzeugt man die Säure am [Glas]en in einem Bade aus 250 g Fluorwasserstoff-Fluorkalium, 1 *l* Wasser und 250 g gewöhn[lich]er Salzsäure. — Zum Mattätzen und zum Mattschreiben auf Glas empfiehlt Kessler eine [Lös]ung von Fluorammon, die zum Zeichnen von Flaschen, Cylindern, Röhren u. s. w. gute [Die]nste leistet (vgl. J. 1883, 605; 1884, 625; 1896, 691).

Zum Mattätzen des Glases werden nach Reinitzer (J. 1886, 533) durchweg Lösungen [sau]rer Alkalifluoride verwendet. Damit das Matt in verschiedenen Tönen aufgeätzt wird, um [Bild]er, z. B. Landschaften, herstellen zu können, ätzt man, um einen im durchfallenden Lichte [mög]lichst dunklen Ton zu erzielen, ein und dieselbe Stelle 2mal hinter einander matt. Bei [ein]maliger Aetzung erhält man einen helleren Ton und für noch hellere Töne wird die einmal [geät]zte Fläche ein oder mehrere bis zu 9mal mit verdünnter wässeriger Flusssäure klar geätzt.

Betrachtet man eine solche einmal geätzte Glastafel bei mässiger Vergrösserung unter dem [Mik]roskope, so erblickt man eine sehr gleichmässige Aneinanderreihung von Vertiefungen und [Erh]öhungen, welche Krystallgestalt haben. Am Rande der mattirten Fläche werden diese [Kry]stalle spärlicher, sind dafür aber besser [aus]gebildet, so dass man ihre Gestalt leicht er[ken]nen kann. Fig. 573 stellt den Rand einer [solc]hen Aetzung aus der Pester Anstalt bei [...]facher Vergrösserung dar. Die vorherr[sch]enden Krystalle sind hexagonal und stimmen [vol]lkommen mit denen des Kieselfluornatriums [übe]rein. Ausserdem beobachtet man aber [auc]h längliche, gestreckte Krystalle, welche [den]en des Kieselfluorcalciums sehr ähnlich [sind]. Schon durch die Erscheinungen, welche [bei]m Heben und Senken der Mikroskopröhre [auft]reten, kann man sich leicht überzeugen, [das]s die eingeätzten Krystallfiguren erhaben [sind]. Noch sicherer kann man dies in der [We]ise nachweisen, dass man die matte Tafel [mit] Tusche einreibt und dann mit Hollunder[mar]k oder Kork oberflächlich abreibt. Es [ersc]heinen dann unter dem Mikroskope sämmt[lich]e zwischen den Krystallfiguren liegende [Th]eile gefärbt, diese selbst aber ungefärbt. [Da]raus folgt, dass sich durch die Einwirkung

Fig. 573.

des Alkalifluorides und der freien Flussäure auf das Glas Kieselfluornatrium und Kiesel calcium bilden, welche sich krystallinisch ausscheiden und als Aetzgrund wirken, währen Zwischenräume durch die freie Flusssäure tief geätzt werden. Die Kieselsäure und das Cal werden dabei dem Glase, das Natrium grösstentheils dem Aetzbade, kleineren Theiles ebe dem Glase entnommen.

Ueber die Mischungsverhältnisse der Bäder kann man natürlich nur dann bestimmt gaben machen, wenn Glas von gleicher Zusammensetzung zur Aetzung verwendet wird. Zwecke der Praxis genügt es aber, eine näherungsweise Formel des Glases, z. B. $R_2Si_3O_7$, v R ein einwerthiges Metall bedeutet, zu Grunde zu legen:

$$R_2Si_3O_7 + 4F_2HNa + 10FH = SiF_6R_2 + 2SiF_6Na_2 + 6H_2O.$$

Hieraus ist ersichtlich, dass zur völligen Ausnutzung des Fluornatriums eine beträchtliche M freier Flusssäure anwesend sein muss. Da diese Flusssäure leicht schädlich wirken könnt ist es vortheilhafter, die Rolle der Neutralisation der Basen auf eine andere Säure zu übertr Hierzu eignet sich besonders die Essigsäure und zwar deshalb, weil sie die sauren Alkaliflu nicht zersetzt, somit aus denselben Flusssäure nicht frei zu machen vermag:

$$R_2Si_3O_7 + 9F_2HNa + 5C_2H_4O_2 = SiF_6R_2 + 2SiF_6Na_2 + 5C_2H_3O_2Na + 7H_2O.$$

Man sieht, dass bei diesem Verfahren niemals freie Flusssäure auftreten kann und obendrei Löslichkeit des Kieselfluorides durch das entstandene Natriumacetat vermindert wird. letzterer Gleichung ergibt sich als Verhältniss von Natriumfluorid zu Essigsäure 93 zu 50 annähernd 9:5. Nimmt man statt des sauren das neutrale Natriumfluorid, so erhält man Verhältniss 9:10. Auf Grund der zweiten Reactionsgleichung würde man für ein Aetzbad gende Zusammensetzung bekommen: 30 G.-Th. Flusssäure (50proc.), 17 Th. Natriumaceta 9 Th. calcinirte oder 23,4 Th. krystallisirte Soda. Das Mattätzen mit gasförmiger Fluss liefert sehr ungleichmässige Mattirungen und ist deshalb zur Herstellung matter Flächen u eignet und höchstens zum Einätzen von Zeichnungen zu verwenden.

Sandstrahlmaschine. Tilghman bedient sich zum Bearbeiten von Glas eines Heftigkeit auf die Fläche des betreffenden Gegenstandes geschleuderten Sandstrahles (Sa strahlgebläse). Demselben wird die Geschwindigkeit entweder durch bewegte Luft, durch einen Dampfstrahl ertheilt. Letzterer durchströmt eine Hülse, in deren Achse sich Sandzuführungsrohr befindet. Durch die Gewalt des durchströmenden Dampfes wird der auf die zu ätzende Fläche geschleudert. Während spröde Stoffe von dem so hervorgebrac Sandstrahl angegriffen werden, setzen elastische oder zähe Körper der reibenden Gewalt Sandes einen ungleich grösseren Widerstand entgegen. Es ist daher möglich, bei Anwen von Schablonen aus Kautschuk u. s. w., den freigelassenen Stellen der Schablone entsprech Figuren zu bilden.

Die Emaillirung des Eisens hat grosse Bedeutung gewonnen. Meist erst ein Grundemail genommen, welches den Zweck hat, das Eisen mit einer Glasd zu versehen, welche die Oxydation des Eisens während des Einbrennens verhindert die vorhandene Oxydschicht auflöst. Auf dieses Grundemail lässt sich nun das D email aufschmelzen, ohne Gefahr, dass die Farbe desselben durch aufgenommenes E oxyd verunreinigt wird, und zugleich verhindert dasselbe die Berührung des zinnhalt Deckemails mit dem Eisen, demnach die Reduction des Zinnoxydes. Das Grunde erleichtert demnach die Herstellung fehlerfreier Emails und ist bei Anwendung Zinnemail nicht zu umgehen, während zinnfreies Email, so z. B. knochenhaltiges, a ohne Grundemail auf Eisen aufgeschmolzen werden kann. — Nach Versuchen Petrik lässt sich die Zusammensetzung des Emails in folgender Weise abändern, w dasselbe Fehler zeigt.

Wenn das Email vom Eisen abspringt, oder die dünnen Bleche sich gegen nicht amaillirte Seite krümmen, d. h. wenn die Ausdehnung des Glases beim Erwär und demnach die Zusammenziehung beim Abkühlen desselben geringer ist als die Eisens, so kann dieser Fehler des Emails beseitigt werden: 1. Durch Vermehrung Kieselsäure bei gleichzeitiger Beibehaltung des Verhältnisses der übrigen Substanz das Glas wird schwerflüssiger. 2. Durch theilweise Ersetzung der Borsäure mit Kie säure; das Glas wird schwerflüssiger; 3. In bleihaltigen Gläsern durch theilweise setzung des Bleioxydes mit den Alkalien oder den Oxyden der Erdmetalle; in b freien Gläsern dagegen durch Erhöhung des Alkali- und des Erdmetallgehaltes

ten der Kieselsäure. Die Alkalien machen das Glas leichtflüssiger, die Erdmetalle verflüssiger. 4. Durch theilweisen Ersatz der Erdmetalloxyde mit Alkalien; das s wird leichtflüssiger. 5. Durch theilweisen Ersatz der Borsäure mit Alkalien; e Substanzen machen das Glas leichtflüssig. 6. Durch theilweisen Ersatz des Zinndes mit Knochenasche. — Die Menge des dem Glase zugesetzten Zinnoxydes und Knochenasche dürfte am wenigsten abgeändert werden, da je nach der Qualität des ustellenden Emails ein bestimmter Gehalt derselben nothwendig ist.

Wenn das Email haarrissig wird, d. h. wenn die Ausdehnung des Glases und somit die Zusammenziehung desselben grösser ist als die des Eisens, so kann der Fehler itigt werden: 1. Durch Verminderung des Kieselsäuregehaltes, bei Beibehaltung Verhältnisses der übrigen Bestandtheile; das Glas wird leichtflüssiger. 2. Durch lweise Ersetzung der Kieselsäure mit Borsäure; das Glas wird leichtflüssiger. 3. In haltigen Gläsern durch theilweise Ersetzung der Alkalien oder der Erdmetalle mit oxyd; in bleifreien Gläsern dagegen durch theilweise Ersetzung der Alkalien oder Erdmetalle mit Kieselsäure; das Glas wird gewöhnlich leichtflüssiger. 4. Durch lweise Ersetzung der Alkalien mit den Oxyden der Erdmetalle; das Glas wird verflüssiger. 5. Durch theilweise Ersetzung der Alkalien mit Borsäure; beide stanzen machen das Glas leichtflüssig. 6. Durch theilweise Ersetzung der Knochene mit Zinnoxyd.

Demnach wird man für Luxuswaaren, für die Deckmäntel der Oefen, sowie für alle Waaren, he mit Lösungsmitteln nicht in Berührung kommen, sondern nur gegen Oxydation zu tzen sind, die leichtflüssigeren bleihaltigen Emails verwenden, während das Küchenchirr meist mit bleifreien Gläsern emaillirt wird, und die grössten Anforderungen an die erstandsfähigkeit stellt man an emaillirte Geräthe, welche für die Zwecke der Laboraen und chemischen Industrie dienen sollen.

Als sehr haltbar zeigte sich folgendes durchsichtiges, bleihaltiges Email, welches durch lloxyde in der bekannten Art gefärbt werden kann:

30,8 Bleioxyd (PbO)
18,5 Natriumoxyd (Na_2O)
47,1 Kieselsäure (SiO_2)
3,6 Borsäure (B_2O_3)

Durch Einführung von Calciumoxyd, Magnesiumoxyd oder Thonerde können härtere ile erzielt werden.

Für weisses, bleiisches Deckemail kann als Ausgangspunkt dienen die Zusammensetzung:

	und als Grundemail:
15,4 Zinnoxyd (SnO_2)	32,4 Bleioxyd
15,4 Bleioxyd (PbO)	6,0 Natriumoxyd
18,5 Natriumoxyd (Na_2O)	58,1 Kieselsäure
47,1 Kieselsäure (Si_2O)	3,4 Borsäure
3,6 Borsäure (B_2O_3)	

Für bleifreie Emails verwendet man als Grundemail gewöhnlich nur eine Fritte von Quarz Borax, welche mit Quarz, Kaolin und Feldspath vermahlen wird. Petrik verwendet als ndemail ein Natriumcalciumborosilicat, welches beim Mahlen der lösenden Wirkung des ssers besser widersteht als das gewöhnlich angewendete Natriumborosilicat, z. B.:

	oder:
63,3 Kieselsäure	63,3 Kieselsäure
7,8 Borsäure	7,8 Borsäure
18,5 Natriumoxyd	18,5 Natriumoxyd
10,4 Calciumoxyd	5,2 Calciumoxyd
	5,2 Thonerde

Bleifreies Deckemail von der Zusammensetzung:

30,8 Zinnoxyd
18,5 Natriumoxyd
36,7 Kieselsäure
14,0 Borsäure

t in dünnen Schichten gut, ist aber wegen des hohen Zinngehaltes theuer. Für gewöhnliche cke wird ein Zinnoxydgehalt von 15 Proc. genügen, z. B.:

15,4 Zinnoxyd
18,5 Natriumoxyd
52,1 Kieselsäure
14,0 Borsäure

Die Anwendung der Knochenasche ist vom Standpunkte der Haltbarbeit sowie der Bi keit zu empfehlen. Als Beispiele dienen folgende Emails:

30,8	15,4	7,7 Knochenasche
—	15,4	7,7 Zinnoxyd
18,5	18,5	18,5 Natriumoxyd
36,7	36,7	52,5 Kieselsäure
14,0	14,0	14,0 Borsäure

Alle diese Emaile haften gut; das erste ist auch ohne Grundemail direct auf dem Eise verwenden.

Thonwaaren.

Thon. Die Feldspathe bilden neben Quarz und Glimmer einen wesentlichen Gemeng der granitischen, gneisartigen und porphyrartigen Gesteine. Wenn der Kalifeldspath (Ort klas), $K_2Al_2Si_6O_{16}$, verwittert, so wird Kaliumsilicat vom Wasser fortgeführt, zum Theil auch durch Kohlensäure zersetzt, wodurch sich Kieselsäure ausscheidet, während Kal carbonat gelöst wird. Befindet sich das zurückbleibende Aluminiumsilicat neben Kiesels als nicht weiter verwitterbarer Rest auf der ursprünglichen Bildungsstätte, so nennt man primären Thon. Der wichtigste Thon, der Kaolin, gibt mit Wasser eine nur sehr w plastische Masse; er findet sich in Trümmern des Urgebirges, mit Quarz und auch mit Glim u. dgl. gemengt, was die Bildung aus dem Feldspath eines Granits, eines Porphyrs u. s. w. zeigt. — Wenn Thon durch Wasser fortgerissen und eine natürliche Aufbereitung erfahren wodurch die gröberen und fremdartigen Beimengungen getrennt und die eigentlichen T bestandtheile in concentrirter Form in fein geschlämmtem Zustande sich wieder ablagern entstehen die Thone auf secundärer Lagerstätte, welche mit Wasser eine plasti Masse bilden.

Von plastischen Thonen mögen angeführt werden die weissen Thone Ebernhahn (1), Baumbach (2), Bendorf (3), Lämmersbach (4) und Höhr (5), sämm aus dem sog. Kannenbäckerlande, ferner ein magerer (6) und ein fetter (7) wei Steinzeugthon französischen Ursprunges:

Bestandtheile	1	2	3	4	5	6	7
Thonsubstanz	71,22	76,30	39,71	66,23	54,73	44,63	71,
Quarz	24,03	22,40	57,15	31,42	41,77	52,77	25,
Feldspathreste	4,75	1,30	3,14	2,35	3,50	2,60	2,
Thonsubstanz: Kieselsäure	46,62	47,44	47,44	47,39	47,45	45,99	45,
Thonerde	36,01	37,21	35,74	36,40	37,88	38,08	35,
Eisenoxyd	1,39	1,68	1,94	1,52	1,41	2,44	2,
Kalk	—	Spur	Spur	—	—	Spur	–
Magnesia	0,73	0,79	0,88	0,51	0,71	1,19	0,
Kali	3,47	4,22	3,85	3,96	4,08	2,36	1,
Glühverlust	10,19	9,69	9,52	9,92	9,00	10,76	13,

Die chemische Zusammensetzung gibt keine Anhaltspunkte zur Beurtheilung scharf hervortretenden Verschiedenheiten in dem Grad der Plasticität, welche bei Kaolinen bekanntlich sehr gering ist, selbst bei meist beträchtlich höherem Gehalt reinem wasserhaltigen Thonerdesilicat. Es scheint demnach die Eigenschaft Plasticität nicht einer bestimmten chemischen Verbindung eigenthümlich zu sein, s dern nach dem Grade der mechanischen Zertheilung und der Art der molecula Lagerung bei Stoffen gleicher chemischer Zusammensetzung schwanken zu können, u

ller Grad der Plasticität vielleicht bereits in der Structur der Gesteine, welchen der
)n seine Entstehung verdankt, begründet.

Der feuerfeste Thon ist verschieden gefärbt, sehr zähe, im hohen Grade plastisch, ınt sich meist weiss und ist im Porzellanofenfeuer nicht schmelzbar. Die Lager bei Klingen- ; am Main (in Unterfranken), am Rhein (Coblenz, Cöln, Lautersheim und Vallendar), Wies- in Baden, Bunzlau in Schlesien, Schwarzenfeld (bei Schwandorf), Amberg, Kemnath und ierteich in Bayern, Grossalmerode in der Provinz Hessen-Nassau; zu Colditz und Hubertus- ; in Sachsen, zu Einberg bei Coburg, in der Gegend von Namur in Belgien, bei Dreux in ıkreich, Devonshire und Stourbridge in England sind die bekanntesten. Thone von dem- ɛn Lager und von der nämlichen Grube zeigen oft bedeutende Verschiedenheiten in ihrem ›metrischen Verhalten (S. 731).

Der gemeine Töpferthon fühlt sich meist weich an, bildet mit Wasser eine ziemlich Masse, ist oft stark gefärbt und behält auch seine Farbe nach dem Brennen bei. In Folge ɛs Gehaltes an Kalk und Eisenoxyd schmilzt er bei höherer Temperatur zu einer dunkel- ırbten schlackigen Masse.

Lehm (Löss, Ziegelthon) ist ein mit viel Quarzsand und mehr oder weniger Eisenocker Kalk gemengter Thon von gelber oder bräunlicher Farbe, die nach dem Brennen mehr oder iger in Roth übergeht. Er bildet mit Wasser eine wenig plastische Masse und ist nicht sehr ırbeständig. Der Lehm ist der verbreitetste Thon; er dient zur Herstellung von Backsteinen Ziegeln. Zwei der Kreideformation bei Hannover angehörende Ziegelthone, bei 120° ɔcknet, hatten nach Untersuchung des Verf. (J. 1878, 646) folgende Zusammensetzung:

Bestandtheile	Stöcken	Lindener Berg
rz	16,42	30,90
spathartige Mineraltrümmer	3,27	8,40
lensaures Calcium	4,45	14,10
vefelsaures Calcium	0,95	0,82
ısubstanz	74,91	46,78
Kieselsäure	46,96	48,83
Thonerde	36,42	34,81
Eisenoxyd	2,80	2,37
Magnesia	0,87	0,89
Alkalien	0,91	0,89
Wasser	12,04	12,21

Einige Thone enthalten auch Mangan, Kobalt, Baryt, Titan, Vanadin und Molybdän.

Mergel ist ein Gemenge von Thon und Calciumcarbonat, welches mitunter auch Sand und ɛre zufällige Beimengungen enthält. Der mit überwiegendem Kalk heisst Kalkmergel, mit vorwaltendem Thongehalt Thonmergel. Einige Arten des Mergels werden zu Töpfer- ren benutzt, welche nicht stark gebrannt werden.

Verhalten der Thone bei der Bearbeitung. Den Wassergehalt geben Thone theils beim Trocknen ab, wobei sie eine lineare Schwindung bis 11,5 Proc. ;en, theils aber erst bei höherer Temperatur (vgl. J. 1887, 812). Durch den Verlust es erst bei Glühhitze entweichenden Hydratwassers verliert der Thon seine Auf- ämmbarkeit sowie Plasticität dauernd und bildet eine steinartige, sehr poröse und h leicht zerreibliche Masse. Mit steigender Temperatur wird er dichter, härter, ıgend, hat aber noch einen erdigen Bruch; die Kieselsäure treibt dann die Kohlen- re, das Chlor und die Schwefelsäure aus, bildet mit den Alkalien, dem Kalk, der gnesia und dem Eisenoxyd Silicate und diese geben mit dem Thonerdesilicat meist htflüssige Doppelsilicate, der Thon sintert mehr und mehr, bis er schliesslich schmilzt. gleich das spec. Gewicht der Thonsubstanz beim Erhitzen von 100° bis Dunkelroth- von 2,47 bis 2,70 steigt, dann aber bei Weissglut wieder auf 2,48 fällt, nimmt doch Dichte der ganzen Ziegelsteine durch Abnahme der Poren mit steigender Temperatur Karmarsch fand, dass frisch geformte Steine von 262 mm Länge, 130 mm ite und 51 mm Dicke schwanden:

	Länge	Breite	Dicke
Durch Trocknen	7,25	10,75	9,75 Proc.
Durch Trocknen und schwaches Brennen .	8,50	13,00	14,75 „
Durch starkes Brennen zu Klinker	11,75	23,00	19,75 „

Aron fand eine lineare Schwindung von 0,3 bis 4,1 Proc. bei Rothglut und 1,2 bis 8 Proc Weissglut; die Steine schwanden um so weniger, je gröber die Korngrösse des darin enthalte Quarzsandes war. (Vgl. J. 1891, 781; 1894, 751.)

Die Ausdehnung des Quarzes steigt nach Le Chatelier (J. 1890 u. 1899) r mässig bis 570°, nimmt dann plötzlich ab, steigt bis 1100° und wird von da an negativ. Ausdehnungscoëfficient des Tridymits nimmt mit steigender Temperatur allmählich ab, b über 800° negativ wird. Auf über 1600° erhitzte Kieselerde wird amorph. Die letzte Modific ist eine Varietät des Chalcedons. Nach dem Erhitzen auf über 1000° zeigt die Ausdehnung 200° eine plötzliche Zunahme von 1 Proc. Diese Verhältnisse machen sich in den Masser merklich. Feldspath und andere verglasbare Substanzen setzen die Ausdehnung herab. nicht verglasbare Massen steigt dieselbe mit der Brenntemperatur.

Wie sehr die Porosität und die Widerstandsfähigkeit der aus demselben Thone gestellten Ziegelsteine von der beim Brennen angewendeten Temperatur abhängen, bestä Versuche von Daube, deren Resultate in folgender Tabelle zusammengestellt sind.

	Schwach gebrannt	Mittelhart gebrannt	Hart gebrannt	
Aufnahme von Feuchtigkeit beim Eintauchen in Wasser . Proc.	16,2	16,5	16,4	1
Desgleichen in kochendes Wasser	18,0	19,3	19,0	2
Hierbei in Wasser gelöst ($CaSO_4$)	0,7	0,2	0,15	0,
Gewichtsverlust in 10proc. Salzsäure	8,5	8,0	7,4	2
Desgleichen in Salpetersäure	5,0	4,9	4,0	0,
Gewichtszunahme in Schwefelsäure durch Bildung von $CaSO_4$.	1,2	1,2	0,9	0,

Nach dem Behandeln mit Salzsäure zeigten die schwach und mittelhart gebrannten St starke Risse, die hartgebrannten nur feine Risse, während die Klinker unverändert blieben waren.

Ein wesentlicher Gehalt des Ziegelthones an kohlensaurem Kalk in Stüc oder groben Körnern ist schädlich. Nach Seger werden selbst Thone mit 30 P kohlensaurem Kalk verwendet; doch zeigen diese stark kalkhaltigen Thone, nam lich nach schwachem Brande, eine grosse Neigung zum Verwittern. Hieraus erk sich auch, weshalb für Dachziegel die rothbrennenden, von kohlensaurem K freien oder doch daran sehr armen Thone vorzugsweise Verwendung finden, währ die kalkreichen, meist gelbbrennenden Thone sich hierzu gewöhnlich als völlig unta lich erweisen. Zwar haben kalkreiche Thone die schätzenswerthe Eigenschaft, c sie sich leichter verarbeiten lassen; da sie aber im Feuer nicht nur Wasser, sond auch Kohlensäure verlieren, so geben sie bei geringer Schwindung einen porösen St Die Thone stehen nicht im Feuer, d. h. die Temperatur, bei welcher eine Erweichu ein Schliessen der Poren und Bildung einer porzellanartigen, dichten Masse entst und diejenige, bei welcher eine völlige Verflüssigung zu einer Schlacke erfolgt, lie nahe bei einander, so dass im Allgemeinen eine grössere Uebung als bei anderen weni schnell erweichenden Ziegeln dazu gehört, um „Schmolz" zu vermeiden und gera vollkantige Klinker zu erzeugen. Dieser Umstand erschwert die Fabrikation wet fester Ziegel aus kalkreichen Thonen; man ist deswegen vielfach gezwungen, um richt Formate einhalten zu können, bei Temperaturen stehen zu bleiben, welche den Stei zwar die gewünschte gelbe Farbe ertheilen, wodurch die Versinterung des Kalkgehal mit den übrigen Bestandtheilen angezeigt wird, denselben aber noch ihren erdigen, st

assersaugenden Bruch zu lassen. Derartige Fabrikate, vielfach fälschlich „Verblendinker“ genannt, bilden die Hauptmenge des in Norddeutschland zur sog. Façadenerblendung benutzten hellfarbigen Ziegelmaterials, wiewohl die grosse Porosität desben es gerade für diesen Zweck sehr wenig geeignet macht. Soll aus solchen Thonen wirklich wetterfester Stein hergestellt werden, so darf der Gehalt an kohlensaurem alk 10 bis 15 Proc. nicht wohl überschreiten.

Färbungen beim Brennen. Wichtig ist oft die Eigenschaft des Calciumrbonates, den gewöhnlichen eisenhaltigen Ziegelthon gelb oder grüngelb zu färben. ährend sich die reine Thonsubstanz weiss brennt, wird sie durch Eisenoxyd ziegelh gefärbt, und zwar um so dunkler, je höher die angewendete Temperatur ist. ird die Hitze noch weiter gesteigert, so wird die Färbung grünlich, schliesslich warz. Nach Versuchen von Seger (J. 1891) zeigt Thon nach dem Brennen folgende rbungen:

Eisenoxydgehalt	Färbung
10 Proc.	dunkelroth
8,5	roth
5,5	hellroth
4,2	gelb
2,7	hellgelb
1,3	fast weiss
0,8	weiss

thält der eisenhaltige Thon aber zugleich kohlensaures Calcium, so wird er bei wachem Brande ebenfalls roth, bei beginnender Sinterung aber fleischroth, weisslich dunkelgelb, durch Bildung eines gelblichen basischen Silicates von Kalk und Eisenyd; bei vollständiger Verglasung tritt auch hier grüne bis schwarze Färbung ein. ese Gelbfärbung tritt in deutlicher Weise noch ein, wenn der Thon auf je 1 Proc. in enthaltendes Eisenoxyd wenigstens 3 bis 3,5 Proc. kohlensauren Kalk enthält. e Gelbfärbung tritt bei um so niedrigerer Brenntemperatur ein und ist um so heller, mehr der Gehalt an kohlensaurem Kalk dieses Minimum übersteigt, entsteht erst bei so höherer Temperatur und ist um so dunkler, ins Geldrothe oder Gelbbraune end, je mehr sich derselbe dem angegebenen Verhältnisse nähert. Ist der Kalkalt ein geringerer, so vermag er zwar die rothe Färbung des Thones abzuändern, gelingt jedoch nicht, reine gelbe Färbung aus dem Brande hervorgehen zu lassen, es entstehen die unentschiedenen, wenig beliebten Zwischenfarben, welche die sten ordinären Ziegelfabrikate zeigen, und welche für die Zwecke des sog. Rohbaues z unbrauchbar sind.

Ausblühungen. Nicht selten zeigen Ziegelsteine nach einiger Zeit weissliche, be, grüne, selbst schwarze Ausschläge. Die weissen Anflüge bestehen, namentlich schwachem Brande, aus den Sulfaten von Magnesium, Calcium und Natrium, aus ornatrium oder Natriumbicarbonat, welche schon im Thon enthalten, oder auch ch das Wasser, den angewendeten Kalkmörtel oder Cement zugeführt sind. l. J. 1894, 763.)

Grüne Ausschläge auf hellfarbigen Steinen an feuchten Stellen bestehen meist aus Algenungen, oder sie sind bedingt durch einen Gehalt des Thones an Chrom. Verblendsteine aus nkohlenthon aus der Nähe von Wittenberg zeigten nach Seger theils über ganze Flächen ausdehnend, theils nur auf Flecken, vornehmlich an Ecken und Kanten, nachdem sie einige den Einflüssen der Witterung ausgesetzt waren, sehr intensive goldgelbe, unter der Loupe warzige Sandanhäufungen zu erkennende Ueberzüge, welche stellenweise in ein lebhaftes grün bis Grasgrün übergingen. Einige derartig gefärbte Steine enthielten 0,16 Proc. in ser lösliche Salze bestehend aus:

Kali	19,82 Proc.
Natron	3,17
Kalk	3,24
Magnesia	3,34
Thonerde und Eisenoxyd . . .	0,77
Vanadinsäure	29,43
Molybdänsäure	1,12
Schwefelsäure	15,70
Kieselsäure	2,07
Chlor	2,63
Wasser	18,25
Unlösliches	0,46

Diese gefärbten Ausschläge bestanden somit im Wesentlichen aus vanadinsaurem Kalium, de gelbe Farbe durch Molybdänsäure theilweise in Grün und Blau verwandelt war. Reducir Verbrennungsgase und hohe Temperaturen machen diese Vanadinverbindungen unlöslich damit unschädlich.

Schwarze Flecken bestehen meist aus Pilzen, die sich nur da ansetzen, wo der Ma stein Auswitterungen von kohlensaurem und schwefelsaurem Calcium zeigt.

Ausser der Zusammensetzung des Thones und der Brenntemperatur ist auch Beschaffenheit der Rauchgase von Einfluss, namentlich auf die Farbe der Zie Seger (J. 1873) hat bereits gezeigt, dass die dunkelrothe Färbung der Oberflä gelber Steine durch die Aufnahme von Schwefelsäure bedingt wird, welche aus Schwefel des Brennmaterials entsteht. Das aus den Feuergasen der Porzellanöfen Berliner Porzellanmanufactur niedergeschlagene Wasser enthielt z. B.

Bestandtheile in 1 *l* Wasser	Gutbrand im		Verglühbrand i Gasofen	
	Holzofen	Gasofen		
	4. Mai	16. Mai	10. Mai	11. M
	mg	mg	mg	mg
Chlorwasserstoff	39	114	174	13
Schwefelsäure	153	384	318	408
Phosphorsäure	73	—	—	—
Eisenoxyd und Thonerde	8	17	22	—
Kalk	11	39	62	—
Magnesia	8	18	20	—
Kali	38	37	96	—
Natron		106		
Chlorammonium	—	47	128	—

Bei hoher Temperatur und unter Einwirkung reducirender Gase wird die Schwefelsä wieder ausgetrieben, und die normale Färbung wieder hergestellt. (J. 1878, 6 Ein rothgeflammter gelber Ziegelstein zeigte im Innern eine gleichmässige gelbe Fa war aber an denjenigen Stellen der Oberfläche, die dem Anschein nach hauptsäch von den Feuergasen getroffen waren, dunkelroth gefärbt. Die Rothfärbung war bis Dicke von höchstens 2 bis 3 mm in die Masse eingedrungen. Die Analyse des r gefärbten und des gelben Theiles ergab:

	Rother Theil	Gelber Theil
Kieselsäure	53,96 Proc.	57,55 Proc.
Thonerde	10,29	11,98
Eisenoxyd	6,25	10,05
Magnesia	1,76	1,51
Kalk	16,70	17,85
Schwefelsäure	11,10	0,88

Einige Rothfärbungen scheinen von flüchtigen Eisenverbindungen herzurühren. .weilen bilden sich durch Einwirkung der Schwefligsäure des Brennstoffes, die dann ›ch in Schwefelsäure übergeht, auf die Ziegel wasserlösliche Sulfate von Magnesium, ılcium u. dgl., die Veranlassung zu Ausblühungen geben, wenn sie nicht im weiteren ›rlaufe des Brennprocesses durch hinreichende Hitze wieder zersetzt werden. (Vgl. 1890, 759.) Ferner werden gelbbrennende, Eisen und Kalk haltige Thone bei vor-ırrschendem Gehalt der Feuergase an überschüssigem Sauerstoff bei Dunkelrothglut ımutzigroth, dann fleischroth und bei starker Rothglut gelb mit einem Stich ins ›aune. Reducirende Gase (Wasserstoff, Kohlenwasserstoffe, Kohlenoxyd) bewirken ›hwärzung, welche bei Luftzutritt wieder in die für das Glühen in der Luft charakte-›tischen Farben zurückkehrt. Nach einer vorhergegangenen Reduction sind die durch › Wirkung von Sauerstoff wieder hervortretenden Farben jedoch heller, ins Weissliche ›er Gelbgrüne gehend, als ohne eine solche. Eine zeitweilig reducirende Flamme im ›en trägt demnach wesentlich dazu bei, die helle Farbe der kalkhaltigen Thone zu ›twickeln. Kalkfreie, eisenhaltige Thone brennen sich bei überschüssigem Sauerstoff ›n roth, und zwar um so stärker, je höher die Temperatur ist. Reducirende Gase ›ren diese rothe Farbe, durch Reduction des Eisenoxydes in Eisenoxydul und metalli-›es Eisen in Sammetschwarz über. Werden diese schwarzen Steine an der Luft ge-›ht, so geht die rothe Farbe zurück, doch nicht so schön als bei ausschliesslich oxy-›ender Flamme, so dass hier zur Entwickelung reiner Farben die Einwirkung ›ucirender Gase vermieden werden muss. — Weiss- oder gelbbrennende, kalkfreie und ›enarme Thone erhalten durch reducirende Gase ebenfalls schwärzliche Färbung. Bei ›erschüssigem Sauerstoff weissbrennende, eisenarme Thone werden durch reducirende ›se hellgrau, durch Glühen bei Luftzutritt wieder weiss. (Vgl. J. 1888, 797; ›90, 760.)

Feuerfestigkeit. Ueber den Einfluss der Zusammensetzung des Thones auf ›n Verhalten in höheren Temperaturen haben namentlich Bischof und Seger um-›sende Versuche angestellt. Bischof hebt hervor, dass das Schmelzen der Thone ›der Bildung von Doppelsilicaten und Thonerdesilicat einerseits und einer kieselsauren ›se andererseits besteht, die entweder Magnesia, Kalk oder Eisen, Kali oder Natron ›n kann. Reines Thonerdesilicat ist in unseren gewöhnlichen Feuerungen schon ›schmelzbar; es ist um so schwerer schmelzbar, je mehr Thonerde es enthält. Kommt ›zu eine der genannten Basen, so nimmt mit deren Menge die Schmelzbarkeit stetig zu ›d zwar um so stärker, je mehr (bis zu einem gewissen Grade) gleichzeitig der Kiesel-›ıregehalt wächst. Berechnet man aus der Gesammtanalyse eines Thones, wie viel ›onerde auf 1 Aeq. Flussmittel (Flussmittelverhältniss) und wie viel Kieselsäure › 1 Aeq. Thonerde kommt (Kieselsäureverhältniss), so ist der durch Division des ›ist kleineren Kieselsäurewerthes in den Flussmittelwerth erhaltene Quotient der ›ıerfestigkeit proportional[1]). Seger führt dagegen aus, dass, wenn es überhaupt ›änge, aus der chemischen Zusammensetzung eines Thones Schlüsse auf die Schmelz-›keit desselben zu ziehen, diese nur dann zutreffen können, wenn derselbe sich in ›em solchen Zustande befindet, dass man ihn als eine chemisch homogene Masse

1) Für den Zettlitzer Kaolin ergibt sich z. B. für 1 Flussmittel 12,82 Thonerde, 17,30 Kiesel-›re und auf 1 Thonerde 1,35 Kieselsäure, als pyrometrische Formel daher 12,82 (Al_2O_3, 1,35 ›$_3$) + RO und als Feuerfestigkeitsquotienten (F. Q) = 12,82 : 1,35 = 9,49. Wird diese Zahl › echten Bruch, so rechnet Bischof die Thone nicht mehr zu den feuerfesten; er bildet dann › den Zahlen einen anderen Quotienten, indem er das Thonerdeverhältniss multiplicirt. Das so ›stehende Product, mit dessen Grösse die Schmelzbarkeit wachsen, mit dessen Verminderung ›Schmelzbarkeit abnehmen soll, braucht er für die nicht feuerfesten Thone und nennt es den ›ımelzbarkeitsquotienten (S. Q).

ansehen kann, wenn er also völlig geflossen ist. Die chemische Analyse wird a um so weniger einen sichern Maassstab für die Beurtheilung abgeben können, weniger Substanz des Thones sich wirklich verflüssigt hat, je weiter die Zusamm setzung dieses Theiles demnach von der Zusammensetzung des Thones als Ganzes weicht.

Es ist offenbar schwer, die Beziehungen zwischen der Zusammensetzung und der Schm barkeit der Thone wissenschaftlich festzustellen, weil manche Umstände, welche die Schm barkeit beeinflussen, nach ihrem Wirkungswerthe unbekannt sind (z. B. der Einfluss der ph kalischen Zustände, die Art der Flussmittel, ob sie aus Kali, Natron, Kalk, Eisenoxydul un welchem gegenseitigen Verhältniss zu einander bestehen) und deshalb unberücksichtigt blei müssen. Es folgt daraus, dass die Schmelzbarkeit theoretisch immer nur sehr annäheru weise wird festgestellt werden können, um so mehr, als ein Schmelzpunkt der Thone sich üb haupt nicht mit Sicherheit als solcher feststellen lässt.

Bei den Kaolinen ist die Thonsubstanz sowohl ihrer Menge, als ihrer hohen Fe beständigkeit nach derjenige Stoff, welcher bestimmt ist, die Form der daraus gefertigten Ge stände zu erhalten, das feste Gerüst zu bilden, während die feldspathähnlichen Mineraltrüm durch ihren verhältnissmässig niedrigen Schmelzpunkt in erster Linie die Verdichtung Masse, die Schliessung der Porenräume herbeiführen. Das stets vorhandene feine Quarzpu bewirkt, je nach Anwesenheit oder Abwesenheit des Feldspathes, bald eine Vermehrung Flussmittelmenge, bald eine Erhöhung der Feuerbeständigkeit. Bei den weniger feuerfe plastischen Thonen dagegen ist der Unterschied der Schmelzbarkeit zwischen Thonsubs und feldspathartigen Mineraltrümmern viel geringer. Der Einfluss des Feldspathes wird weniger augenfällig sein als bei den Kaolinen, und es wird auch in den niederen Temperatu die schon früher erweichende Thonsubstanz in ihrem Einfluss auf die Verdichtung mehr her treten. Der Quarz dagegen wird hier noch viel weniger flussbildend auftreten als bei Kaolinen, da bei der Mehrzahl derartiger Thone eine völlige, zur Formveränderung führe Erweichung der Thone schon unterhalb derjenigen Temperatur eintritt, bei welcher eine chemis Einwirkung des Feldspathes auf den Quarz beginnt. Der Quarz wird hier also um so mehr Erhöhung der Feuerbeständigkeit beitragen, um so niedriger im Ganzen genommen ein Tho der Feuerfestigkeitsscale steht. Bei den leichtschmelzbaren Ziegelthonen ist kaum Unterschied zwischen der Schmelzbarkeit der Thonsubstanz und den feldspathartigen Mine trümmern zu bemerken; unter Umständen werden diese sogar feuerfester sein als die Thonsubst Hier ist namentlich der Quarz der die Form erhaltende Bestandtheil.

Bei den leichtest schmelzbaren Ziegelthonen geben die für die Thonsubstanz berechn Zahlen jedoch keinen Anhalt mehr für die gegenseitige Stellung der Thone bezüglich i Feuerfestigkeit. Bemerkenswerth ist jedoch, dass die Thonsubstanz derselben ihrer Schm barkeit mit der der feldspathartigen Gesteintrümmer nahezu übereinstimmt, Thonsubstanz Feldspathtrümmer somit nahezu gleichzeitig erweichen, das formerhaltende Gerüst daher dem Quarz gebildet wird. In dem Maasse, als dieser Quarzgehalt geringer wird, verlieren Thone auch mehr ihre Eigenschaft der „Standbarkeit“ und Klinkerungsfähigkeit im Fe (Vgl. J. 1889, 807.)

Zur sicheren Feststellung des Verhaltens der Thone in der Hitze mü Proben desselben geglüht werden. Seger (J. 1888) empfiehlt hierfür den Deville'schen O mit Koksfeuerung. Bequemer ist der Ofen mit Leuchtgasheizung.

Beim Versuchsofen der K. Porzellanmanufactur umschliesst der aus feuerfe Scharmottemasse hergestellte und mit Eisenblech bekleidete Mantel, welcher in Untertheil, Mitteltheil und den Deckel zerfällt, die Feuerbrücke, die auf einem trich förmigen Einsatz sitzt. Dieser letztere ruht in einem ringförmigen Kanal, wel auf der starken eisernen Bodenplatte des Eisengestells angebracht ist. Die Abdicht der Theile untereinander und des Manteluntertheiles gegen die Bodenplatte gesch durch Einstreuen von Sand oder Scharmottemehl in die dazu angebrachten Nut (Fig. 574 und 575). Innerhalb der Feuerbrücke steht auf einem dreifussartigen Sc motteuntersatz die cylindrisch gestaltete, mit abnehmbarem Deckel verschlossene Mu Um während des Brennens das Ofeninnere beobachten oder Materialien, die in Muffel eingeschmolzen werden sollen, nachfüllen zu können, ist der Verschlussdec durchbohrt. Dieses Loch wird durch einen passenden Stöpsel verschlossen. — Heizung des Ofens geschieht durch 8 Bunsenbrenner, welche auf dem ringförmigen (

leitungsrohr sitzen und gleichmässig um den Mantel herum vertheilt sind. Das Gas-leitungsrohr ist an dem Gestell in geeigneter Weise befestigt und kann mit den ennern zusammen abgehoben werden, ohne dass der Ofen vollständig auseinander-nommen zu werden braucht. Die einzelnen Brenner sind mit Hahn, Regulirungs-ise für die Luftzufuhr und ise ausgestattet. Die Regu-ungshülsen tragen je einen m, der mit einem um den intel laufenden verschieb-ren Eisenring in Verbindung ht, durch dessen Rechts- oder ksdrehung die Luftzufuhr den Brennern gemeinsam gestellt oder geöffnet werden in. Die Flammen der Bren-treten durch schlitzförmig laufende Löcher im Schar-ttemantel in das Ofeninnere, gen an der Feuerbrücke oor, umspülen die Muffel dem Brenngut und werden erhalb desselben in dem

Fig. 574.

Fig. 575.

h unten gerichteten cylindrischen Rohr des trichterförmigen Bodens gesammelt und ch das sich anschliessende eiserne Abzugsrohr in den Schornstein geleitet. Die gstärke des Schornsteins wird durch einen Schieber eingestellt. Das Abzugsrohr von einem weiteren Eisenmantel umgeben, in dessen unterem Theile sich ver-liessbare Ausschnitte zur Regelung des für die Verbrennung erforderlichen Luft-tritts befinden. Die zwischen den beiden Eisenmänteln emporsteigende Luft wird ch die heissen, durch das innere Abzugsrohr abziehenden Verbrennungsgase vorge-rmt und gelangt durch in der eisernen Bodenplatte angebrachte Ausschnitte zwischen äusseren Scharmottemantel und den trichterförmigen Einsatz zum Verbrennungs-m. Dadurch, dass die zur Verbrennung nöthige Luft stark erhitzt zugeführt wird, ist möglich, sehr hohe Hitzegrade in dem Ofen zu erreichen. Je nachdem diese Luft-führungsöffnungen weiter oder enger gestellt und die Düsen an den Brennern geöffnet r geschlossen sind, erhält man eine oxydirende oder reducirende Flamme. Vor der etriebsetzung des Ofens ist in dem Kamin durch ein kleines Vorfeuer für den erforder-ien Zug Sorge zu tragen. — Beim Brennen von glasirten und unglasirten Porzellan-, ingut-, Scharmottestein-, Klinker- und Verblenderproben, sowie zum Einschmelzen Gläsern, Farb- und Emailleflüssen aller Art leistet der Ofen gute Dienste (J. 1896).

Als Scale benutzte Bischof bisher eine Reihe von natürlich vorkommenden Thonen: den ieferthon von Saarau, den Zettlitzer Kaolin, die Thone von Stroud-Maiseroul, Mühlheim, nstadt, Oberkaufungen und Niederpleis. Dann das Niederschmelzen eines Stückchen Platin-ntes zu einer Kugel. Die Thone sind in der von Bischof verwendeten Beschaffenheit nicht flich zu haben. Das Platin hat aber, wie das Eisen, die Eigenschaft, unter Umständen aus Feuergasen im glühenden Zustande Kohlenstoff aufzunehmen und dadurch seinen Schmelz-kt zu verändern. Seger hat dagegen verschiedene Thonmischungen von ganz bestimmten ammensetzungen angegeben, welche, wie auch die Tetraëder zur Wärmemessung von der igl. Porzellanmanufactur in Berlin-Charlottenburg bezogen werden können und somit vor-ehen sind [1]).

---

1) Vgl. Ferd. Fischer: Chemische Technologie der Brennstoffe (Braunschweig, Vieweg); 888, 793; 1891, 773; 1898, 719.

Es ist beachtenswerth, dass nach Versuchen von Cramer (J. 1892 u. 1897) beim star Glühen Quarz bez. Kieselsäure und die Flussmittel des Thones theilweise flüchtig sind. wurde beim Glühen von Kaolin ein Sublimat erhalten:

SiO_2	59,6
Al_2O_3	12,4
Fe_2O_3	9,1
CaO	1,2
MgO	7,5
KNaO	9,95

Er meint, dass die Flussmittel den Schmelzpunkt gleichmässig herabdrücken, wenn ä valente Mengen in Frage kommen.

Herstellung der Thonwaaren.

Geschichtliches. Es konnte den Menschen nicht lange verborgen bleiben, dass dem von Flüssen am Ufer abgelagerten Schlamm Fussspuren u. dgl. beim Trocknen erha blieben. Sie formten daher rohe Gefässe daraus und trockneten sie an der Sonne. Da d aber durch Wasser wieder zusammenfielen, so war es ein grosser Fortschritt, als man durch irg einen Zufall fand, dass diese unangenehme Eigenschaft durch Erhitzen verloren ging. E Brennen der Thongefässe konnte sich aber an den heissesten Stellen, wo die Stücke mit A in Berührung kamen, leicht ein Glasüberzug bilden, was zur Erfindung der Glasuren und Glases Veranlassung gab.

Die ältesten Baudenkmäler aus Ziegelsteinen sind in Aegypten aufgefunden; so wi festgestellt, dass der aus Ziegeln hergestellte Belustempel die Höhe eines Stadiums (20 gehabt hat, und dass er von einer 8 Meilen langen Mauer umgeben war. Das Alter di Bauwerke wird auf 12000 Jahre geschätzt. Auch einige Pyramiden wurden ganz aus Zie hergestellt; eine solche von König Asychis erbaute trägt eine Steintafel mit folge Inschrift: „Halte mich nicht gering im Vergleich mit den steinernen Pyramiden, denn rage vor ihnen ebenso hervor wie Zeus vor den Göttern. Denn mit der Stange in den stechend, sammelten sie, was von Schlamm an der Stange hängen blieb, strichen Ziegel da und erbauten mich auf solche Weise." — Aus Nilschlamm fertigten die Aegypter ferner I förmige Ziegel zur Herstellung der ältesten bekannten Gewölbe, deren Alter bis 3000 Jahre v. hinaufreicht.

Massenhafter noch wurden gebrannte Steine in Babylon verwendet. „Wohlan, lasset Ziegel streichen und brennen" sprachen die Babylonier bei dem bekannten Thurmbau (1. B Moses, 11. Kap., 3. Vers). Nach Herodot (1. Buch, Kap. 178) war Babylon mit einem Gra und einer Mauer von 50 Ellen Breite und 200 Ellen Höhe umgeben. „Während sie den Gra gruben, fertigten sie zugleich Ziegel aus der Erde, die aus den Gruben geworfen ward, und n dem sie eine hinreichende Zahl von Ziegeln gestrichen hatten, brannten sie dieselben in Oef Die Herstellung von Backsteinen hatte demnach hier bereits 3000 v. Chr., wie man aus schönen, lebhaft gefärbten Glasur der in den Ruinen Babylons gefundenen Ziegel schliessen m eine solche Vollkommenheit erreicht, dass die Erfindung der Ziegelbrennerei noch viel älter muss, als die Gründung der Stadt. Auch in China, Japan und Hinterindien sind Ziegelst seit undenklichen Zeiten in Gebrauch.

Griechen und Römer verwendeten allgemein Ziegelsteine; Vitruv (2. Buch, 3. K bespricht ausführlich getrocknete Lehmsteine *(lateres)* und gebrannte Ziegelsteine *(testae)*. Rom aus verbreitete sich der Backsteinbau über Italien, Gallien, Britannien, Spanien und Deut land. Das älteste römische Backsteinmauerwerk in Deutschland ist am Dom zu Trier; die verwendeten Ziegel scheinen aus der Zeit des Augustus zu stammen. Allgemeiner wurd Deutschland die Herstellung und Verwendung der Ziegelsteine aber erst im 12. Jahrhun Von der Hansa wurden Ziegelsteinbauten ausgeführt in Antwerpen, Bergen, Petersburg, und deutsche Ritterorden begann im J. 1276 das Schloss von Marienburg zu bauen. Aber selbst 17. Jahrhundert war die Ziegelfabrikation in Deutschland noch mangelhaft, erst der neue Zeit war es vorbehalten, nicht nur den mechanischen Theil derselben sehr zu vervollkomm sondern auch die Anfänge einer wissenschaftlichen Grundlage zur Beurtheilung des Thones des Brennprocesses zu schaffen.

Die Kenntniss der Töpferglasur muss ebenfalls sehr alt sein, denn schon Jesus Sir sagt (Kap. 39, Vers 34): „Ein Töpfer muss bei seiner Arbeit sein, die Scheibe mit seinen Fü umtreiben und immer mit Sorgen sein Werk machen und hat sein gewiss Tagewerk; er muss seinen Armen aus dem Thone sein Gefäss formiren und sich zu seinen Füssen müde bücken muss denken, wie er es fein glasire" u. s. w. Wie so mancher andere Industriezweig, sch

ch das Töpfergewerbe zuerst von den Aegyptern ausgeübt und von diesen auf die Israeliten ergegangen zu sein. Zur Zeit des Moses stand das Töpfergewerbe in hohem Ansehen. In ropa zeichneten sich die Etrusker durch Kunstfertigkeit und verschiedene Farben ihrer Töpfereit aus; zur Zeit des Plinius waren besonders die Städte Tralles in Lydien, Erythrea in nien, Adria in Oberitalien, Rhegium und Cumä in Unteritalien ihrer Töpferwaaren wegen ühmt. Bei den Griechen bildete die Töpferei bereits ein ansehnliches Gewerbe, besonders zu nen, Corinth, Aegina und auf Samos; in ersterer Stadt war ein besonderes Viertel, Kerameikos, welchem hauptsächlich die Werkstätten und Verkaufslocale der Töpfer sich befanden. Die ten glasirten Thonwaaren waren mit kieselsaurem Alkali glasirt, erst im 12. oder 13. Jahrndert tritt die Bleiglasur, von einem Töpfer in Schelstadt im J. 1283 erfunden, auf. Bis gegen 14. Jahrhundert verwendete man in Europa nur plastischen Thon zu irdenen Gegenständen, en Masse immer mehr oder weniger gefärbt war; die durchsichtige Bleiglasur, womit n diese Waaren überzog, verdeckte die unangenehme Farbe der Geschirre nicht. Der Zusatz Zinnoxyd, welcher die Glasur weiss und undurchsichtig machte und sie in Email überführte, r daher ein grosser Fortschritt in der Thonwaarenfabrikation. Die weisse Emailschicht verkte die darunter liegende röthliche Masse des gebrannten Thones und erhöhte die Schönheit daraus gefertigten Gegenstandes. Den Arabern und den Mauren Spaniens gebührt die Ehre Entdeckung dieser wichtigen Verbesserung. Das emaillirte Thongeschirr verbreitete sich nach Italien und nahm nach und nach durch verbesserte Darstellungsart und besseres Material, mentlich durch die Bemühungen von Lucca della Robbia in Florenz (gegen 1430) und azzio Fontana zu Pesaro (gegen 1540), den Entdecker der unter dem Namen Majolica annten Geschirre, an Schönheit zu. Fast zu der nämlichen Zeit tritt auch in Nürnberg das aillirte Thongeschirr auf. Auf welcher hohen Stufe überhaupt im 15. Jahrhundert die pferei in Deutschland stand, zeigen die kunstvoll gearbeiteten Wein- und Bierkrüge mit stischen Zierden und zum Theil mit farbiger Glasur, die beim Ausgange des Mittelalters in nken und am Niederrhein überall hin verbreitet waren.

In Deutschland stellte Bötticher zuerst 1704 das braune Jaspisporzellan und 1710 das sse oder harte Porzellan her, in demselben Jahre wurde die Meissener Porzellanfabrik, die erste ropas gegründet; in Frankreich stellte man fast zu gleicher Zeit das Frittenporzellan dar. t mit Anfang des 19. Jahrhunderts ging auch Sèvres zur harten Masse über. Die Fabrikation Thonwaaren in England nahm erst dann seinen Aufschwung, als gegen das Jahr 1725 Astry den Zusatz von gepulvertem Feuerstein zur Thonmasse, die vorher nur aus plastischem n hergestellt wurde, einführte, und wenige Jahre nachher Wedgwood (1730 bis 1795) die nindustrie verbesserte.

Die Behauptung der Chinesen, dass sie die Erfindung des Porzellans bereits vor 3000 ren gemacht hätten, ist nicht richtig; vielmehr tritt dasselbe unter dem Namen Yao erst im ahrhundert auf. Erst 100 Jahre später lernten sie die Anwendung des Blau unter der asur kennen. Dieser Fortschritt erschien alsdann aber so wichtig, dass das so verzierte zellan für den ausschliesslichen Gebrauch des Königs zurückgehalten wurde. Niemand hatte Recht, derlei Porzellangegenstände zu erwerben, ja nicht einmal sie anzusehen! Im 13. Jahrdert fing man an, die Porzellangefässe mit farbigem Grunde in Türkis, Gelb, Violett, ja sogar Malereien zu bedecken. Unter dem Kaiser Tsching-hoa (1465 bis 1488) entdeckte man Verfahren, glasirte Porzellangegenstände mit farbigen Verzierungen zu versehen, oft prachten Malereien mit vorwiegendem Grün. In der 5. Periode (1723 bis 1726) kommt dann Purpur- u. dgl. dazu; doch beginnt bereits gegen Ende dieser Periode der Verfall der keramischen stChinas. Immer aber ist das Material zu dem chinesischen Porzellan ausgezeichnet, während Japaner sie in der Decoration ihrer Thongefässe und Fayencen weit überflügelt haben. chtvolle Vasen liefert namentlich Satsuma.

Eintheilung der Thonwaaren. Nach der Beschaffenheit der gebrannten sse (des Scherbens), unterscheidet man dichte und poröse Thonwaaren. Die hten sind so stark erhitzt worden, dass ihre Masse halbverglast erscheint; sie sind Bruche glasartig, durchscheinend, undurchdringlich für Wasser und geben am Stahle ken. Die poröse Thonwaare ist in der Masse nicht verglast und daher locker; ihr ch ist erdig, ihre Masse zerreiblich, lässt in nicht glasirtem Zustande Wasser durch klebt an der Zunge. Die gebrannte Masse bleibt entweder rauh oder sie ist mit r glasartigen Masse, Glasur, überzogen. Darnach kann man die Thonwaaren heilen in:

I. Dichte Thonwaaren. A. Porzellan. Nach Wagner (J. 1882) besteht das zellan aus einem thonerdefreien Glas, den Silicaten Al_2O_3, $2SiO_2$ und Al_2O_3, $3SiO_2$ nebst überssiger Kieselsäure. Man unterscheidet folgende 3 Hauptgruppen:

1. Hartporzellan, welches auf Bötticher's Erfindung direct aufgebaut ist und (we auch nach Proc. schwankend) etwa 80 bis 75 Proc. Kaolinerde, 20 bis 25 Proc. Feldspath in der Ma enthält und mit einer aus Kaolin, Quarz, auch z. Th. Feldspath und Kalk bestehenden Glasur üb zogen wird. Dieser Gruppe gehören die älteren Porzellane von Meissen, Berlin und Sèvres Sèvres allerdings mit der Beschränkung, dass man dort als Glasur den natürlich vorkommen Pegmatit von St. Yrieux anwendet. Diese Gruppe verlangt den höchsten Feuergrad im G brand, gibt sich als ein weisses, mässig durchscheinendes Porzellan von höchster Widerstan fähigkeit sowohl gegen Schlag und Stoss, als gegen Temperaturwechsel oder der Einwirk starker Säuren und Alkalien.

2. Quarzporzellane, das sind Porzellane, in denen etwa 20 Proc. des Kaolins du Quarz in der Masse ersetzt sind und eine Glasur erhalten, die aus wechselnden Mengen von Fe spath, Kalkscherben und Quarz besteht. Die Quarzporzellane sind meist stark durchschein mit schon etwas glasigem Bruch; sie besitzen eine geringere Schwindung und brauchen einen niedrigeren Feuergrad im Gutbrand, als die der ersten Gruppe. Man spart an Brenns und hat überhaupt eine leichtere Fabrikation; doch sind die Porzellane weniger widerstan fähig und leichter zerstörbar, als die unter 1. aufgeführten. Diese Gruppe wird jetzt in besseren privaten Porzellanfabriken Frankreichs, namentlich in Limoges, ferner in Oesterre und besonders Nordböhmen, in neuerer Zeit auch in Deutschland hergestellt.

3. Die sog. Weichporzellane, welche weitere 20 bis 25 Proc. Thonsubstanz du Flussmittel, wie Quarz und Feldspath, ersetzen, wohin das Seger-Porzellan, die pâte nouve das chinesische und japanesische Porzellan zu rechnen ist; auch gehören dahin einige glei werthigere Porzellane aus deutschen Fabriken. Bei den Weichporzellanen war man in Lage, die Scharffeuerfarben des Steingutes benutzen zu können, namentlich das sog. Pinkr eine durch geringe Mengen von Chromsäure gefärbte Verbindung von Zinnoxyd und Kalk, so die Oxyde des in der chinesischen Keramik stark angewendeten Kupfers. Die beabsichti Schaffung der kupferrothen Porzellane, welche schon (wenn auch erfolglos) von den älte Keramikern auf Hartporzellan versucht worden ist, rief wohl in erster Linie das Bedürfniss n einer flüssigen Masse und Glasur hervor, nachdem die Untersuchung der Chinaporzellane ih geringen Thonerdengehalt ergeben hatte.

B. Steinzeug. Masse dicht, klingend, feinkörnig, nur an Kanten oder kaum du scheinend, weiss oder gefärbt. Feines weisses Steinzeug ist nur durch die mangelnde Du scheinheit äusserlich von dem Porzellan unterschieden.

II. Thonwaaren mit porösen Scherben. A. Feine Fayence mit dur sichtiger Glasur. Masse erdig, an der Zunge hängend, undurchsichtig, etwas klingend, durchsichtiger, bleiischer, auch Borax, Feldspath u. s. w. enthaltender Glasur.

B. Fayence mit undurchsichtiger Emailglasur (auch Steingut genan Masse aus Töpferthon oder Thonmergel, mit undurchsichtiger weisser oder gefärbter zinnhalti Glasur (Email). Hierher gehören die Majoliken und emaillirten Fayencen des Mittelalters, Delfter Waare u. s. w.

C. Gemeine Töpferwaare. Masse gewöhnlicher Töpferthon oder Thonmergel stets röthlich gefärbt, weich und porös.

D. Ziegel, Terracotten, Backsteine, feuerfeste Steine (Tiegel, Röh Krüge u. s. w.). Masse erdig, immer gefärbt (brennt sich nicht weiss), porös, leichtflüs wenig klingend und undurchsichtig. Glasur nur ausnahmsweise.

Hartig (J. 1888) bezeichnet mit:

A) Irdenwaare, jedes unglasirte, nicht lackirte, undichte Erzeugniss aus far gebranntem Thon;

B) Lackwaare, jede unglasirte, lackirte, im Scherben undichte farbiggebran Thonwaare;

C) Verglühgut, jedes unglasirte, undichte Erzeugniss von weissgebranntem Thon;

D) Schmelzwaare, jede glasirte Thonwaare von farbiggebranntem undichten Scherb

E) Steingut, jede glasirte Thonwaare von weissgebranntem undichten Scherben;

F) Klinkerwaare, jedes unglasirte dichte Erzeugniss aus farbiggebranntem Thon;

G) Steinzeug, jede glasirte Thonwaare von farbigdichtem Scherben;

H) Biscuit-Porzellan, jedes unglasirte dichte Erzeugniss aus weissgebranntem Th

I) Glasur-Porzellan, jede glasirte Thonwaare von dichtem weissen Scherben.

I. **Porzellan.** Das echte Porzellan ist zusammengesetzt aus einem Gemenge Kaolin mit Feldspath als Flussmittel, welchem bisweilen Quarz, Kreide oder Gyps gesetzt werden.

rstellung meist denselben Satz wie zu Krystallglas an; so wie aber der Satz geschmolzen ist, d das Glas ausgeschöpft und abgeschreckt. Ist dann ein neuer Posten eingeschmolzen, so d das kalte abgeschreckte Glas darauf abgegeben, dadurch die Masse abgekühlt und das lergeschmolzene Glas bei möglichst geringer Hitze verarbeitet. Die unaufgelösten Theilchen Glasmasse, welche die Trübung bewirken, dürfen nur mikroskopisch und weder deutlich erscheidbare Körner noch Bläschen sein.

Alabastergläser schüren leicht aus, wenn man nicht beste, höchstprocentige Potasche mt; auch ist es nöthig, die Gemenge in einen Ofen, in welchem zugleich auch andere Glasen abgeschmolzen werden, mehrere Stunden später einzulegen, da sie sich sonst ausschüren rden. Ein öfteres Anwärmen des Glasstückes vermehrt die Opacität, da dieselbe wesentlich Entglasungsprocess ist. Praktische Glassätze sind:

1. Alabasterglas.

Quarzsand von Hohenbocka	100 k
Potasche (95proc.) . . .	40
Borax	5
Federweiss	5
Alabasterbrocken nach Vorrath.	

2. Alabasterglas.

Quarzsand von Hohenbocka	100 k
Potasche (95proc.) . . .	43
Kaliumsalpeter	4,5
Geglühter Guano . . .	5,7
Alabasterbrocken nach Vorrath.	

Durch Zusatz färbender Metalloxyde erhält man verschiedenartig gefärbte Reisgläser, die räuchlichsten sind: Türkis durch Zusatz von 720 g rein. Kupferoxyd in einem Alabasterenge. Chrysopras durch Zusatz von 480 g rein. Kupferoxyd und 720 g lichtgelbem noxyd-Natron. Beryll durch Zusatz von 720 g rein. Kupferoxyd und 280 g lichtgelbem noxyd-Natron (J. 1897, 710). — Ein starker Zusatz von Knochenasche, geglühtem Guano gl. gibt die sog. Beingläser, die weissen als Milchglas bekannt, die mit geringen Mengen alloxyden gefärbten als Aurora, Isabell, Cölest, Seladon, Rehgrau, Bismarckun, Neugrau o. dgl. Glassätze für Milchglas sind:

Reinster Quarzsand . . .	100 k
Potasche (95proc.) . . .	40
Geglühter Guano . . .	25
Kaliumsalpeter	4,5
Milchglasbrocken nach Vorrath.	

Reinster Quarzsand . . .	100 k
Potasche (95proc.) . . .	35
Knochenasche	27
Borax	5
Mennige	5

Kryolithglas (Heissgussporzellan, *hot-cast-porcelain*) wird nach Williams lten durch Schmelzen eines Satzes von

67,19 Proc. Kieselsäure,
23,84 „ Kryolith und
8,97 „ Zinkoxyd.

Ein österreichisches Kryolithglas enthielt nach Weinreb (J. 1885):

Kieselsäure	78,00 Proc.
Thonerde	3,12
Eisenoxyd	Spur
Manganoxydul	Spur
Kalk	3,87
Natron	9,46
Kali	4,35
Fluor	3,77

Fischer empfiehlt folgende Spathglassätze als praktisch bewährt:

	I	II	III
Sand	100	100	100
Flussspath	20	20	20
Feldspath	36	34	80
Soda	16	20	20
Potasche	12	8	6
Salpeter	6	5	5
Mennige	6	5	5
Kryolith	—	6	—
Thonerdehydrat . .	—	—	8

Seiner Ansicht nach ist wesentlich für die Trübung des Glases nur das im Kryolith haltene Fluoraluminium, welches allein als Trübungsmittel des Kryoliths anzusehen ist. J. 1889, 791; 1891, 757.)

Mousselinglas ist ein Tafelglas, welches durch einen undurchsichtigen Grun mattem Weiss verziert ist. Dasselbe verdankt sein Matt einer aufgefritteten dünnen Sc von bleihaltigem Krystallglas, oder es ist ein mit einer dünnen Emailschicht überzogenes Die Mischung des belgischen Email ist z. B. 100 Th. Sand, 110 Th. Mennige, 110 Th. Kry glasbrocken, 35 Th. Borax (entwässert), 25 Th. Zinnasche.

Achatglas erhält man, indem man verschieden gefärbte Glasstücke mit einander bis Zähflüssigwerden erhitzt, wenig umrührt und sofort verarbeitet.

Eisglas *(verre craquelé)* zeigt auf der Oberfläche eine durch natürliche Sprünge he gebrachte Zerklüftung. Diese Sprünge werden durch Eintauchen des fertigen, noch glül heissen Glasgegenstandes in kaltes Wasser erzeugt, durch Anwärmen unschädlich gemacht durch Aufblasen des Gegenstandes geöffnet, so dass das Ganze das Aussehen einer im Aufth begriffenen Eismasse hat. Zuweilen werden die zwischen den Klüften stehen gebliebene höhungen noch etwas rauh geschliffen.

Irisirendes Glas. Seit 1872 kommen Glassachen mit schöner in Regenbogenfa schillernder Oberfläche vor. Solches irisirendes Glas wurde zuerst von Brianchon dad hergestellt, dass er die betreffenden Gegenstände (Briefbeschwerer, Wassergläser u. dgl.) einem goldhaltigen Wismuthoxydflusse in so dünner Schicht überzog, dass sie im durchfalle Lichte fast unmerklich bleibt, im reflectirten Lichte aber die Regenbogenfarben zeigt. Weisskopf kann man durch Einwirkung der Dämpfe von Chloriden bei hoher Tempe irisirendes Glas erhalten, für geschliffene Sachen verwendet man aber in österreichischen H einen dünnen Goldüberzug (vgl. J. 1878, 575).

Glasincrustationen entstehen, wenn Reliefgegenstände aus schwachgebranntem glasirtem weissem Thon oder aus Specksteinmasse zwischen glühend auf einander gelegte glasschichten eingeschlossen werden. Durch die eingeschlossene dünne Luftschicht e der Reliefgegenstand das Ansehen von mattem Silber. Hat der Glasüberzug eine pass gelbe Farbe, so erhält der Gegenstand das Ansehen von mattem Golde. Aehnlich ist Atlasglas.

Filigranglas. Mit Faden- oder Petinetglas (Filigranglas) bezeichnet man Glasarbeiten, deren Körper neben einander hinlaufende oder scheinbar gewebeartig sich zende, weisse oder farbige Fäden zeigen. Bei der Herstellung von Petinetglas taucht man S von undurchsichtigem oder farbigem Glase in undurchsichtiges Glas und zieht dieselben so d als man sie zu der jedesmaligen Verwendung haben will. Das reticulirte Glas (Latic glas) enthält aus kleinen Luftbläschen gebildete netzförmige Gewebe eingeschlossen.

Millefiori nennt man die mosaikartigen Glasarbeiten (Briefbeschwerer, Messersch Stockknöpfe u. s. w.), bei denen die mannigfaltigsten farbigen Muster in eine Umhüllung Krystallglas eingeschlossen sind. Die Herstellung des Millefioriglases beruht ebenso wie des Petinetglases auf dem Umstande, dass ein Glasstab ohne Veränderung seiner runden eckigen Form im zähflüssigen Zustande bis zur Dicke eines Haares und noch feiner ausgez werden kann. Rollt man z. B. einen Glasstab von rother Farbe und taucht denselben so nacheinander in weisses, blaues und grünes Glas, so wird der Stab auf dem Querdurchsch einen rothen Kern mit einem weissen, blauen und grünen Ringe umgeben zeigen. Wird d runde Stab im erhitzten Zustande an den Seiten mit einem eisernen Instrumente regelm eingedrückt, so wird er im Querschnitt einen Stern bilden, der eine rothe Scheibe mit farb Zickzacklinien umgeben enthält.

Glasperlen. Man unterscheidet massive oder geschmolzene, und hohle oder gebla Perlen. Die erstern führen auch den Namen Venetianer Perlen, weil sie früher vorzugswei Venedig gefertigt wurden. Bei der Herstellung der kleinen Venetianer Perlen bedient man der in den Glashütten auf der Insel Murano bei Venedig verfertigten hohlen Glasstängelchen Glasröhrchen, die 1 cm etwa dick sind und deren Höhlung ungefähr den dritten oder vie Theil ihrer Dicke weit ist. Diese Röhren bestehen theils aus weissem und gefärbtem Bein und theils aus mit Zinnoxyd bereitetem Emailglas, welches durch Zusatz färbender Metallo mit allen möglichen Farben versehen werden kann (vgl. S. 718).

Um aus diesen Röhren Glasperlen herzustellen, werden die Röhren in kleine Stück zerlegt. Man wirft die Glasstückchen in ein Gefäss, in welchem sich Kohlenpulver befindet rührt sie darin um, damit ihre Höhlung mit Kohlenpulver sich anfüllt und dadurch das schmelzen verhindert wird. Darauf bringt man sie in fast bis zum Glühen erhitzte weite eis Gefässe mit flachem Boden und rührt sie mit einem eisernen Spatel um, so dass die scha Kanten der Stückchen sich abrunden. Auf den meisten Hütten werden jetzt die Glasstück in einem über dem Feuer befindlichen kaffeetrommelähnlichen Apparat abgerundet.

Hohle Perlen. Jaquin (1656) schuppte Weissfische ab und nannte die Mischung der ...uppen mit Wasser orientalische Perlenessenz *(Essence d'orient)*. Die Perlen werden Glasröhren von verschiedener Dicke geblasen. Das Ausbrechen der Oeffnungen bei den ...en Sorten geschieht wechselweise mit den Röhren selbst, deren eine immer zu diesem Ende ...ie bereits geformte Perle angeschmolzen wird. Dann wird ihre innere Fläche mit Perlen...nz überzogen. Es gehören mehr als 8000 Fische dazu, um 1 k Schuppen zu erhalten und ...e geben noch nicht ganz 120 g der Perlenessenz, so dass mithin 40 000 Fische zu 1 k dieser ...nz erforderlich sind. Um die Perlen auf ihrer Innenseite damit zu überziehen, saugt man ...s Essenz in die Perle und bewegt sie dabei nach allen Seiten.

Nach Heckert (Petersdorf) wird Perlmosaik mit gelochten Perlen dadurch hergestellt, ... man das Mosaik zunächst als Perlstickerei ausführt, diese mit der Vorderseite entweder mit ... oder Email auf die zu verzierenden Gegenstände aufklebt und sodann bei Anwendung von ... nach Erhärten desselben das Gewebe und die Fäden der Stickerei wegsengt, bei Anwendung ...Email durch Brennen die Perlen mittels des Emails anschmilzt und dabei das Gewebe und ...Fäden der Stickerei verbrennt. Die so hergestellten Verzierungen sind sehr schön.

Glasätzen. Das Aetzen in Glas ist im J. 1670 von Schwankhardt (oder Schwanhard) ...nden worden. Nach Piil besteht der zweckmässigste Radirgrund aus einer Auflösung eines ...hmolzenen Gemenges von Asphalt und Walrath in Terpentinöl (Strichgrund) oder eines ...enges von 1 Th. Asphalt mit 1 Th. Colophonium und so viel Terpentinöl, bis die Masse un...hr Syrupconsistenz erhält (Deckgrund). Die zu ätzende Glasplatte wird mit dem Aetzgrund ...zogen, mit einem Wachsrande oder mit in Wachs getauchten Holzleisten umgeben, damit ... die flüssige Flusssäure aufgiessen kann, welche man so lange einwirken lässt, bis die feinsten ...he die hinreichende Tiefe erlangt haben. Die geätzte Platte wird gewaschen und durch ...ärmen und Behandeln mit Terpentinöl von dem Deckgrunde befreit.

Das Glasätzen zu decorativen Verzierungszwecken wird gleichfalls mit Fluorwasser...säure ausgeführt. Nach dem Verfahren von Tessié du Motay erzeugt man die Säure am ...n in einem Bade aus 250 g Fluorwasserstoff-Fluorkalium, 1 *l* Wasser und 250 g gewöhn...r Salzsäure. — Zum Mattätzen und zum Mattschreiben auf Glas empfiehlt Kessler eine ...ng von Fluorammon, die zum Zeichnen von Flaschen, Cylindern, Röhren u. s. w. gute ...ste leistet (vgl. J. 1883, 605; 1884, 625; 1896, 691).

Zum Mattätzen des Glases werden nach Reinitzer (J. 1886, 533) durchweg Lösungen ...er Alkalifluoride verwendet. Damit das Matt in verschiedenen Tönen aufgeätzt wird, um ...r, z. B. Landschaften, herstellen zu können, ätzt man, um einen im durchfallenden Lichte ...ächst dunklen Ton zu erzielen, ein und dieselbe Stelle 2mal hinter einander matt. Bei ...aliger Aetzung erhält man einen helleren Ton und für noch hellere Töne wird die einmal ...te Fläche ein oder mehrere bis zu 9mal mit verdünnter wässeriger Flusssäure klar geätzt.

Betrachtet man eine solche einmal geätzte Glastafel bei mässiger Vergrösserung unter dem ...oskope, so erblickt man eine sehr gleichmässige Aneinanderreihung von Vertiefungen und ...hungen, welche Krystallgestalt haben. Am Rande der mattirten Fläche werden diese ...talle spärlicher, sind dafür aber besser ...bildet, so dass man ihre Gestalt leicht er...en kann. Fig. 573 stellt den Rand einer ...en Aetzung aus der Pester Anstalt bei ...cher Vergrösserung dar. Die vorherr...den Krystalle sind hexagonal und stimmen ...ommen mit denen des Kieselfluornatriums ...in. Ausserdem beobachtet man aber ... längliche, gestreckte Krystalle, welche ... des Kieselfluorcalciums sehr ähnlich ... Schon durch die Erscheinungen, welche ... Heben und Senken der Mikroskopröhre ...ten, kann man sich leicht überzeugen, ...die eingeätzten Krystallfiguren erhaben ... Noch sicherer kann man dies in der ...e nachweisen, dass man die matte Tafel ...usche einreibt und dann mit Hollunder... oder Kork oberflächlich abreibt. Es ...einen dann unter dem Mikroskope sämmt... zwischen den Krystallfiguren liegende ...e gefärbt, diese selbst aber ungefärbt. ...us folgt, dass sich durch die Einwirkung

Fig. 573.

des Alkalifluorides und der freien Flusssäure auf das Glas Kieselfluornatrium und Kiesel calcium bilden, welche sich krystallinisch ausscheiden und als Aetzgrund wirken, währen Zwischenräume durch die freie Flusssäure tief geätzt werden. Die Kieselsäure und das Ca werden dabei dem Glase, das Natrium grösstentheils dem Aetzbade, kleineren Theiles ebe dem Glase entnommen.

Ueber die Mischungsverhältnisse der Bäder kann man natürlich nur dann bestimmt gaben machen, wenn Glas von gleicher Zusammensetzung zur Aetzung verwendet wird. Zwecke der Praxis genügt es aber, eine näherungsweise Formel des Glases, z. B. $R_2Si_3O_7$, R ein einwerthiges Metall bedeutet, zu Grunde zu legen:

$$R_2Si_3O_7 + 4F_2HNa + 10FH = SiF_6R_2 + 2SiF_6Na_2 + 6H_2O.$$

Hieraus ist ersichtlich, dass zur völligen Ausnutzung des Fluornatriums eine beträchtliche M freier Flusssäure anwesend sein muss. Da diese Flusssäure leicht schädlich wirken könnt ist es vortheilhafter, die Rolle der Neutralisation der Basen auf eine andere Säure zu übertr Hierzu eignet sich besonders die Essigsäure und zwar deshalb, weil sie die sauren Alkaliflu nicht zersetzt, somit aus denselben Flusssäure nicht frei zu machen vermag:

$$R_2Si_3O_7 + 9F_2HNa + 5C_2H_4O_2 = SiF_6R_2 + 2SiF_6Na_2 + 5C_2H_3O_2Na + 7H_2O.$$

Man sieht, dass bei diesem Verfahren niemals freie Flusssäure auftreten kann und obendre Löslichkeit des Kieselfluorides durch das entstandene Natriumacetat vermindert wird. letzterer Gleichung ergibt sich als Verhältniss von Natriumfluorid zu Essigsäure 93 zu 50 annähernd 9:5. Nimmt man statt des sauren das neutrale Natriumfluorid, so erhält ma Verhältniss 9:10. Auf Grund der zweiten Reactionsgleichung würde man für ein Aetzba gende Zusammensetzung bekommen: 30 G.-Th. Flusssäure (50proc.), 17 Th. Natriumaceta 9 Th. calcinirte oder 23,4 Th. krystallisirte Soda. Das Mattätzen mit gasförmiger Fluss liefert sehr ungleichmässige Mattirungen und ist deshalb zur Herstellung matter Flächen eignet und höchstens zum Einätzen von Zeichnungen zu verwenden.

Sandstrahlmaschine. Tilghman bedient sich zum Bearbeiten von Glas eine Heftigkeit auf die Fläche des betreffenden Gegenstandes geschleuderten Sandstrahles (S strahlgebläse). Demselben wird die Geschwindigkeit entweder durch bewegte Luft, durch einen Dampfstrahl ertheilt. Letzterer durchströmt eine Hülse, in deren Achse sic Sandzuführungsrohr befindet. Durch die Gewalt des durchströmenden Dampfes wird der auf die zu ätzende Fläche geschleudert. Während spröde Stoffe von dem so hervorgebra Sandstrahl angegriffen werden, setzen elastische oder zähe Körper der reibenden Gewal Sandes einen ungleich grösseren Widerstand entgegen. Es ist daher möglich, bei Anwen von Schablonen aus Kautschuk u. s. w., den freigelassenen Stellen der Schablone entsprec Figuren zu bilden.

Die Emaillirung des Eisens hat grosse Bedeutung gewonnen. Meist erst ein Grundemail genommen, welches den Zweck hat, das Eisen mit einer Glas zu versehen, welche die Oxydation des Eisens während des Einbrennens verhinder die vorhandene Oxydschicht auflöst. Auf dieses Grundemail lässt sich nun das I email aufschmelzen, ohne Gefahr, dass die Farbe desselben durch aufgenommenes E oxyd verunreinigt wird, und zugleich verhindert dasselbe die Berührung des zinnhal Deckemails mit dem Eisen, demnach die Reduction des Zinnoxydes. Das Grund erleichtert demnach die Herstellung fehlerfreier Emails und ist bei Anwendung Zinnemail nicht zu umgehen, während zinnfreies Email, so z. B. knochenhaltiges, ohne Grundemail auf Eisen aufgeschmolzen werden kann. — Nach Versuchen Petrik lässt sich die Zusammensetzung des Emails in folgender Weise abändern, dasselbe Fehler zeigt.

Wenn das Email vom Eisen abspringt, oder die dünnen Bleche sich gege nicht amaillirte Seite krümmen, d. h. wenn die Ausdehnung des Glases beim Erwä und demnach die Zusammenziehung beim Abkühlen desselben geringer ist als di Eisens, so kann dieser Fehler des Emails beseitigt werden: 1. Durch Vermehrun Kieselsäure bei gleichzeitiger Beibehaltung des Verhältnisses der übrigen Substa das Glas wird schwerflüssiger. 2. Durch theilweise Ersetzung der Borsäure mit K säure; das Glas wird schwerflüssiger; 3. In bleihaltigen Gläsern durch theilweis setzung des Bleioxydes mit den Alkalien oder den Oxyden der Erdmetalle; in freien Gläsern dagegen durch Erhöhung des Alkali- und des Erdmetallgehalte

sten der Kieselsäure. Die Alkalien machen das Glas leichtflüssiger, die Erdmetalle werflüssiger. 4. Durch theilweisen Ersatz der Erdmetalloxyde mit Alkalien; das s wird leichtflüssiger. 5. Durch theilweisen Ersatz der Borsäure mit Alkalien; le Substanzen machen das Glas leichtflüssig. 6. Durch theilweisen Ersatz des Zinn-ydes mit Knochenasche. — Die Menge des dem Glase zugesetzten Zinnoxydes und Knochenasche dürfte am wenigsten abgeändert werden, da je nach der Qualität des zustellenden Emails ein bestimmter Gehalt derselben nothwendig ist.

Wenn das Email haarrissig wird, d. h. wenn die Ausdehnung des Glases und somit h die Zusammenziehung desselben grösser ist als die des Eisens, so kann der Fehler itigt werden: 1. Durch Verminderung des Kieselsäuregehaltes, bei Beibehaltung Verhältnisses der übrigen Bestandtheile; das Glas wird leichtflüssiger. 2. Durch lweise Ersetzung der Kieselsäure mit Borsäure; das Glas wird leichtflüssiger. 3. In haltigen Gläsern durch theilweise Ersetzung der Alkalien oder der Erdmetalle mit oxyd; in bleifreien Gläsern dagegen durch theilweise Ersetzung der Alkalien oder Erdmetalle mit Kieselsäure; das Glas wird gewöhnlich leichtflüssiger. 4. Durch lweise Ersetzung der Alkalien mit den Oxyden der Erdmetalle; das Glas wird werflüssiger. 5. Durch theilweise Ersetzung der Alkalien mit Borsäure; beide stanzen machen das Glas leichtflüssig. 6. Durch theilweise Ersetzung der Knochen-e mit Zinnoxyd.

Demnach wird man für Luxuswaaren, für die Deckmäntel der Oefen, sowie für alle Waaren, he mit Lösungsmitteln nicht in Berührung kommen, sondern nur gegen Oxydation zu tzen sind, die leichtflüssigeren bleihaltigen Emails verwenden, während das Küchen-chirr meist mit bleifreien Gläsern emaillirt wird, und die grössten Anforderungen an die erstandsfähigkeit stellt man an emaillirte Geräthe, welche für die Zwecke der Labora-en und chemischen Industrie dienen sollen.

Als sehr haltbar zeigte sich folgendes durchsichtiges, bleihaltiges Email, welches durch lloxyde in der bekannten Art gefärbt werden kann:

30,8 Bleioxyd (PbO)
18,5 Natriumoxyd (Na_2O)
47,1 Kieselsäure (SiO_2)
3,6 Borsäure (B_2O_3)

Durch Einführung von Calciumoxyd, Magnesiumoxyd oder Thonerde können härtere le erzielt werden.

Für weisses, bleiisches Deckemail kann als Ausgangspunkt dienen die Zusammensetzung:

15,4 Zinnoxyd (SnO_2)
15,4 Bleioxyd (PbO)
18,5 Natriumoxyd (Na_2O)
47,1 Kieselsäure (Si_2O)
3,6 Borsäure (B_2O_3)

und als Grundemail:

32,4 Bleioxyd
6,0 Natriumoxyd
58,1 Kieselsäure
3,4 Borsäure

Für bleifreie Emails verwendet man als Grundemail gewöhnlich nur eine Fritte von Quarz Borax, welche mit Quarz, Kaolin und Feldspath vermahlen wird. Petrik verwendet als demail ein Natriumcalciumborosilicat, welches beim Mahlen der lösenden Wirkung des ers besser widersteht als das gewöhnlich angewendete Natriumborosilicat, z. B.:

63,3 Kieselsäure
7,8 Borsäure
18,5 Natriumoxyd
10,4 Calciumoxyd

oder:

63,3 Kieselsäure
7,8 Borsäure
18,5 Natriumoxyd
5,2 Calciumoxyd
5,2 Thonerde

Bleifreies Deckemail von der Zusammensetzung:

30,8 Zinnoxyd
18,5 Natriumoxyd
36,7 Kieselsäure
14,0 Borsäure

in dünnen Schichten gut, ist aber wegen des hohen Zinngehaltes theuer. Für gewöhnliche ke wird ein Zinnoxydgehalt von 15 Proc. genügen, z. B.:

15,4 Zinnoxyd
18,5 Natriumoxyd
52,1 Kieselsäure
14,0 Borsäure

Die Anwendung der Knochenasche ist vom Standpunkte der Haltbarbeit sowie der E keit zu empfehlen. Als Beispiele dienen folgende Emails:

30,8	15,4	7,7	Knochenasche
—	15,4	7,7	Zinnoxyd
18,5	18,5	18,5	Natriumoxyd
36,7	36,7	52,5	Kieselsäure
14,0	14,0	14,0	Borsäure

Alle diese Emaile haften gut; das erste ist auch ohne Grundemail direct auf dem Eis verwenden.

Thonwaaren.

Thon. Die Feldspathe bilden neben Quarz und Glimmer einen wesentlichen Gemen der granitischen, gneisartigen und porphyrartigen Gesteine. Wenn der Kalifeldspath (Or klas), $K_2Al_2Si_6O_{16}$, verwittert, so wird Kaliumsilicat vom Wasser fortgeführt, zum Thei auch durch Kohlensäure zersetzt, wodurch sich Kieselsäure ausscheidet, während Ka carbonat gelöst wird. Befindet sich das zurückbleibende Aluminiumsilicat neben Kiesel als nicht weiter verwitterbarer Rest auf der ursprünglichen Bildungsstätte, so nennt ma primären Thon. Der wichtigste Thon, der Kaolin, gibt mit Wasser eine nur sehr v plastische Masse; er findet sich in Trümmern des Urgebirges, mit Quarz und auch mit Gli u. dgl. gemengt, was die Bildung aus dem Feldspath eines Granits, eines Porphyrs u. s. w zeigt. — Wenn Thon durch Wasser fortgerissen und eine natürliche Aufbereitung erfahren wodurch die gröberen und fremdartigen Beimengungen getrennt und die eigentlichen T bestandtheile in concentrirter Form in fein geschlämmtem Zustande sich wieder ablager entstehen die Thone auf secundärer Lagerstätte, welche mit Wasser eine plast Masse bilden.

Von plastischen Thonen mögen angeführt werden die weissen Thon Ebernhahn (1), Baumbach (2), Bendorf (3), Lämmersbach (4) und Höhr (5), sämm aus dem sog. Kannenbäckerlande, ferner ein magerer (6) und ein fetter (7) w Steinzeugthon französischen Ursprunges:

Bestandtheile		1	2	3	4	5	6	
Thonsubstanz		71,22	76,30	39,71	66,23	54,73	44,63	71
Quarz		24,03	22,40	57,15	31,42	41,77	52,77	25
Feldspathreste		4,75	1,30	3,14	2,35	3,50	2,60	2
Thonsubstanz	Kieselsäure	46,62	47,44	47,44	47,39	47,45	45,99	45
	Thonerde	36,01	37,21	35,74	36,40	37,88	38,08	35
	Eisenoxyd	1,39	1,68	1,94	1,52	1,41	2,44	2
	Kalk	—	Spur	Spur	—	—	Spur	
	Magnesia	0,73	0,79	0,88	0,51	0,71	1,19	0
	Kali	3,47	4,22	3,85	3,96	4,08	2,36	1
	Glühverlust	10,19	9,69	9,52	9,92	9,00	10,76	13

Die chemische Zusammensetzung gibt keine Anhaltspunkte zur Beurtheilung scharf hervortretenden Verschiedenheiten in dem Grad der Plasticität, welche bei Kaolinen bekanntlich sehr gering ist, selbst bei meist beträchtlich höherem Gehal reinem wasserhaltigen Thonerdesilicat. Es scheint demnach die Eigenschaft Plasticität nicht einer bestimmten chemischen Verbindung eigenthümlich zu sein, dern nach dem Grade der mechanischen Zertheilung und der Art der molecul Lagerung bei Stoffen gleicher chemischer Zusammensetzung schwanken zu können,

ler Grad der Plasticität vielleicht bereits in der Structur der Gesteine, welchen der on seine Entstehung verdankt, begründet.

Der feuerfeste Thon ist verschieden gefärbt, sehr zähe, im hohen Grade plastisch, nt sich meist weiss und ist im Porzellanofenfeuer nicht schmelzbar. Die Lager bei Klingen- ; am Main (in Unterfranken), am Rhein (Coblenz, Cöln, Lautersheim und Vallendar), Wies- in Baden. Bunzlau in Schlesien, Schwarzenfeld (bei Schwandorf), Amberg, Kemnath und erteich in Bayern, Grossalmerode in der Provinz Hessen-Nassau; zu Colditz und Hubertus- ; in Sachsen, zu Einberg bei Coburg, in der Gegend von Namur in Belgien, bei Dreux in ıkreich, Devonshire und Stourbridge in England sind die bekanntesten. Thone von dem- en Lager und von der nämlichen Grube zeigen oft bedeutende Verschiedenheiten in ihrem ›metrischen Verhalten (S. 731).

Der gemeine Töpferthon fühlt sich meist weich an, bildet mit Wasser eine ziemlich Masse, ist oft stark gefärbt und behält auch seine Farbe nach dem Brennen bei. In Folge es Gehaltes an Kalk und Eisenoxyd schmilzt er bei höherer Temperatur zu einer dunkel- rbten schlackigen Masse.

Lehm (Löss, Ziegelthon) ist ein mit viel Quarzsand und mehr oder weniger Eisenocker Kalk gemengter Thon von gelber oder bräunlicher Farbe, die nach dem Brennen mehr oder iger in Roth übergeht. Er bildet mit Wasser eine wenig plastische Masse und ist nicht sehr rbeständig. Der Lehm ist der verbreitetste Thon; er dient zur Herstellung von Backsteinen Ziegeln. Zwei der Kreideformation bei Hannover angehörende Ziegelthone, bei 120° ocknet, hatten nach Untersuchung des Verf. (J. 1878, 646) folgende Zusammensetzung:

Bestandtheile	Stöcken	Lindener Berg
rz	16,42	30,90
spathartige Mineraltrümmer	3,27	8,40
ensaures Calcium	4,45	14,10
vefelsaures Calcium	0,95	0,82
nsubstanz	74,91	46,78
Kieselsäure	46,96	48,83
Thonerde	36,42	34,81
Eisenoxyd	2,80	2,37
Magnesia	0,87	0,89
Alkalien	0,91	0,89
Wasser	12,04	12,21

Einige Thone enthalten auch Mangan, Kobalt, Baryt, Titan, Vanadin und Molybdän.

Mergel ist ein Gemenge von Thon und Calciumcarbonat, welches mitunter auch Sand und re zufällige Beimengungen enthält. Der mit überwiegendem Kalk heisst Kalkmergel, nit vorwaltendem Thongehalt Thonmergel. Einige Arten des Mergels werden zu Töpfer- en benutzt, welche nicht stark gebrannt werden.

Verhalten der Thone bei der Bearbeitung. Den Wassergehalt geben Thone theils beim Trocknen ab, wobei sie eine lineare Schwindung bis 11,5 Proc. en, theils aber erst bei höherer Temperatur (vgl. J. 1887, 812). Durch den Verlust es erst bei Glühhitze entweichenden Hydratwassers verliert der Thon seine Auf- ımmbarkeit sowie Plasticität dauernd und bildet eine steinartige, sehr poröse und leicht zerreibliche Masse. Mit steigender Temperatur wird er dichter, härter, gend, hat aber noch einen erdigen Bruch; die Kieselsäure treibt dann die Kohlen- e, das Chlor und die Schwefelsäure aus, bildet mit den Alkalien, dem Kalk, der nesia und dem Eisenoxyd Silicate und diese geben mit dem Thonerdesilicat meist tflüssige Doppelsilicate, der Thon sintert mehr und mehr, bis er schliesslich schmilzt. leich das spec. Gewicht der Thonsubstanz beim Erhitzen von 100° bis Dunkelroth- von 2,47 bis 2,70 steigt, dann aber bei Weissglut wieder auf 2,48 fällt, nimmt doch Dichte der ganzen Ziegelsteine durch Abnahme der Poren mit steigender Temperatur Karmarsch fand, dass frisch geformte Steine von 262 mm Länge, 130 mm te und 51 mm Dicke schwanden:

	Länge	Breite	Dicke	
Durch Trocknen	7,25	10,75	9,75	Proc.
Durch Trocknen und schwaches Brennen .	8,50	13,00	14,75	„
Durch starkes Brennen zu Klinker	11,75	23,00	19,75	„

Aron fand eine lineare Schwindung von 0,3 bis 4,1 Proc. bei Rothglut und 1,2 bis 8 Proc. Weissglut; die Steine schwanden um so weniger, je gröber die Korngrösse des darin enthalten Quarzsandes war. (Vgl. J. 1891, 781; 1894, 751.)

Die Ausdehnung des Quarzes steigt nach Le Chatelier (J. 1890 u. 1899) re mässig bis 570°, nimmt dann plötzlich ab, steigt bis 1100° und wird von da an negativ. Ausdehnungscoëfficient des Tridymits nimmt mit steigender Temperatur allmählich ab, bi über 800° negativ wird. Auf über 1600° erhitzte Kieselerde wird amorph. Die letzte Modifica ist eine Varietät des Chalcedons. Nach dem Erhitzen auf über 1000° zeigt die Ausdehnung 200° eine plötzliche Zunahme von 1 Proc. Diese Verhältnisse machen sich in den Massen merklich. Feldspath und andere verglasbare Substanzen setzen die Ausdehnung herab. nicht verglasbare Massen steigt dieselbe mit der Brenntemperatur.

Wie sehr die Porosität und die Widerstandsfähigkeit der aus demselben Thone gestellten Ziegelsteine von der beim Brennen angewendeten Temperatur abhängen, bestät Versuche von Daube, deren Resultate in folgender Tabelle zusammengestellt sind.

	Schwach gebrannt	Mittelhart gebrannt	Hart gebrannt	[illegible]
Aufnahme von Feuchtigkeit beim Eintauchen in Wasser . Proc.	16,2	16,5	16,4	1,
Desgleichen in kochendes Wasser	18,0	19,3	19,0	2,
Hierbei in Wasser gelöst ($CaSO_4$)	0,7	0,2	0,15	0,
Gewichtsverlust in 10proc. Salzsäure	8,5	8,0	7,4	2,
Desgleichen in Salpetersäure	5,0	4,9	4,0	0,
Gewichtszunahme in Schwefelsäure durch Bildung von $CaSO_4$.	1,2	1,2	0,9	0,

Nach dem Behandeln mit Salzsäure zeigten die schwach und mittelhart gebrannten St starke Risse, die hartgebrannten nur feine Risse, während die Klinker unverändert blieben waren.

Ein wesentlicher Gehalt des Ziegelthones an kohlensaurem Kalk in Stüc oder groben Körnern ist schädlich. Nach Seger werden selbst Thone mit 30 P kohlensaurem Kalk verwendet; doch zeigen diese stark kalkhaltigen Thone, name lich nach schwachem Brande, eine grosse Neigung zum Verwittern. Hieraus erkl sich auch, weshalb für Dachziegel die rothbrennenden, von kohlensaurem K freien oder doch daran sehr armen Thone vorzugsweise Verwendung finden, währ die kalkreichen, meist gelbbrennenden Thone sich hierzu gewöhnlich als völlig unta lich erweisen. Zwar haben kalkreiche Thone die schätzenswerthe Eigenschaft, d sie sich leichter verarbeiten lassen; da sie aber im Feuer nicht nur Wasser, sond auch Kohlensäure verlieren, so geben sie bei geringer Schwindung einen porösen St Die Thone stehen nicht im Feuer, d. h. die Temperatur, bei welcher eine Erweichu ein Schliessen der Poren und Bildung einer porzellanartigen, dichten Masse entste und diejenige, bei welcher eine völlige Verflüssigung zu einer Schlacke erfolgt, lieg nahe bei einander, so dass im Allgemeinen eine grössere Uebung als bei anderen weni schnell erweichenden Ziegeln dazu gehört, um „Schmolz" zu vermeiden und gera vollkantige Klinker zu erzeugen. Dieser Umstand erschwert die Fabrikation wett fester Ziegel aus kalkreichen Thonen; man ist deswegen vielfach gezwungen, um richt Formate einhalten zu können, bei Temperaturen stehen zu bleiben, welche den Stein zwar die gewünschte gelbe Farbe ertheilen, wodurch die Versinterung des Kalkgehal mit den übrigen Bestandtheilen angezeigt wird, denselben aber noch ihren erdigen, sta

ssersaugenden Bruch zu lassen. Derartige Fabrikate, vielfach fälschlich „Verblendnker“ genannt, bilden die Hauptmenge des in Norddeutschland zur sog. Façadenrblendung benutzten hellfarbigen Ziegelmaterials, wiewohl die grosse Porosität desben es gerade für diesen Zweck sehr wenig geeignet macht. Soll aus solchen Thonen wirklich wetterfester Stein hergestellt werden, so darf der Gehalt an kohlensaurem lk 10 bis 15 Proc. nicht wohl überschreiten.

Färbungen beim Brennen. Wichtig ist oft die Eigenschaft des Calcium-bonates, den gewöhnlichen eisenhaltigen Ziegelthon gelb oder grüngelb zu färben. ährend sich die reine Thonsubstanz weiss brennt, wird sie durch Eisenoxyd ziegelh gefärbt, und zwar um so dunkler, je höher die angewendete Temperatur ist. rd die Hitze noch weiter gesteigert, so wird die Färbung grünlich, schliesslich warz. Nach Versuchen von Seger (J. 1891) zeigt Thon nach dem Brennen folgende rbungen:

Eisenoxydgehalt	Färbung
10 Proc.	dunkelroth
8,5	roth
5,5	hellroth
4,2	gelb
2,7	hellgelb
1,3	fast weiss
0,8	weiss

thält der eisenhaltige Thon aber zugleich kohlensaures Calcium, so wird er bei wachem Brande ebenfalls roth, bei beginnender Sinterung aber fleischroth, weisslich dunkelgelb, durch Bildung eines gelblichen basischen Silicates von Kalk und Eisenyd; bei vollständiger Verglasung tritt auch hier grüne bis schwarze Färbung ein. ese Gelbfärbung tritt in deutlicher Weise noch ein, wenn der Thon auf je 1 Proc. in enthaltendes Eisenoxyd wenigstens 3 bis 3,5 Proc. kohlensauren Kalk enthält. e Gelbfärbung tritt bei um so niedrigerer Brenntemperatur ein und ist um so heller, mehr der Gehalt an kohlensaurem Kalk dieses Minimum übersteigt, entsteht erst bei so höherer Temperatur und ist um so dunkler, ins Geldrothe oder Gelbbraune lend, je mehr sich derselbe dem angegebenen Verhältnisse nähert. Ist der Kalkalt ein geringerer, so vermag er zwar die rothe Färbung des Thones abzuändern, gelingt jedoch nicht, reine gelbe Färbung aus dem Brande hervorgehen zu lassen, l es entstehen die unentschiedenen, wenig beliebten Zwischenfarben, welche die isten ordinären Ziegelfabrikate zeigen, und welche für die Zwecke des sog. Rohbaues nz unbrauchbar sind.

Ausblühungen. Nicht selten zeigen Ziegelsteine nach einiger Zeit weissliche, be, grüne, selbst schwarze Ausschläge. Die weissen Anflüge bestehen, namentlich schwachem Brande, aus den Sulfaten von Magnesium, Calcium und Natrium, aus lornatrium oder Natriumbicarbonat, welche schon im Thon enthalten, oder auch ch das Wasser, den angewendeten Kalkmörtel oder Cement zugeführt sind. gl. J. 1894, 763.)

Grüne Ausschläge auf hellfarbigen Steinen an feuchten Stellen bestehen meist aus Algenlungen, oder sie sind bedingt durch einen Gehalt des Thones an Chrom. Verblendsteine aus unkohlenthon aus der Nähe von Wittenberg zeigten nach Seger theils über ganze Flächen ausdehnend, theils nur auf Flecken, vornehmlich an Ecken und Kanten, nachdem sie einige den Einflüssen der Witterung ausgesetzt waren, sehr intensive goldgelbe, unter der Loupe warzige Sandanhäufungen zu erkennende Ueberzüge, welche stellenweise in ein lebhaftes bgrün bis Grasgrün übergingen. Einige derartig gefärbte Steine enthielten 0,16 Proc. in sser lösliche Salze bestehend aus:

Kali	19,82 Proc.
Natron	3,17
Kalk	3,24
Magnesia	3,34
Thonerde und Eisenoxyd . . .	0,77
Vanadinsäure	29,43
Molybdänsäure	1,12
Schwefelsäure	15,70
Kieselsäure	2,07
Chlor	2,63
Wasser	18,25
Unlösliches	0,46

Diese gefärbten Ausschläge bestanden somit im Wesentlichen aus vanadinsaurem Kalium, dess gelbe Farbe durch Molybdänsäure theilweise in Grün und Blau verwandelt war. Reducire Verbrennungsgase und hohe Temperaturen machen diese Vanadinverbindungen unlöslich u damit unschädlich.

Schwarze Flecken bestehen meist aus Pilzen, die sich nur da ansetzen, wo der Mau stein Auswitterungen von kohlensaurem und schwefelsaurem Calcium zeigt.

Ausser der Zusammensetzung des Thones und der Brenntemperatur ist auch Beschaffenheit der Rauchgase von Einfluss, namentlich auf die Farbe der Zieg Seger (J. 1873) hat bereits gezeigt, dass die dunkelrothe Färbung der Oberfläc gelber Steine durch die Aufnahme von Schwefelsäure bedingt wird, welche aus d Schwefel des Brennmaterials entsteht. Das aus den Feuergasen der Porzellanöfen d Berliner Porzellanmanufactur niedergeschlagene Wasser enthielt z. B.

Bestandtheile in 1 *l* Wasser	Gutbrand im		Verglühbrand im Gasofen	
	Holzofen	Gasofen		
	4. Mai	16. Mai	10. Mai	11. Ma
	mg	mg	mg	mg
Chlorwasserstoff	39	114	174	133
Schwefelsäure	153	384	318	408
Phosphorsäure	73	—	—	—
Eisenoxyd und Thonerde	8	17	22	—
Kalk	11	39	62	—
Magnesia	8	18	20	—
Kali	} 38	37	} 96	—
Natron		106		
Chlorammonium	—	47	128	—

Bei hoher Temperatur und unter Einwirkung reducirender Gase wird die Schwefelsäu wieder ausgetrieben, und die normale Färbung wieder hergestellt. (J. 1878, 66 Ein rothgeflammter gelber Ziegelstein zeigte im Innern eine gleichmässige gelbe Far war aber an denjenigen Stellen der Oberfläche, die dem Anschein nach hauptsächli von den Feuergasen getroffen waren, dunkelroth gefärbt. Die Rothfärbung war bis z Dicke von höchstens 2 bis 3 mm in die Masse eingedrungen. Die Analyse des rot gefärbten und des gelben Theiles ergab:

	Rother Theil	Gelber Theil
Kieselsäure	53,96 Proc.	57,55 Proc.
Thonerde	10,29	11,98
Eisenoxyd	6,25	10,05
Magnesia	1,76	1,51
Kalk	16,70	17,85
Schwefelsäure	11,10	0,88

Einige Rothfärbungen scheinen von flüchtigen Eisenverbindungen herzurühren. ıweilen bilden sich durch Einwirkung der Schwefligsäure des Brennstoffes, die dann sch in Schwefelsäure übergeht, auf die Ziegel wasserlösliche Sulfate von Magnesium, ılcium u. dgl., die Veranlassung zu Ausblühungen geben, wenn sie nicht im weiteren erlaufe des Brennprocesses durch hinreichende Hitze wieder zersetzt werden. (Vgl. 1890, 759.) Ferner werden gelbbrennende, Eisen und Kalk haltige Thone bei vorırrschendem Gehalt der Feuergase an überschüssigem Sauerstoff bei Dunkelrothglut hmutzigroth, dann fleischroth und bei starker Rothglut gelb mit einem Stich ins raune. Reducirende Gase (Wasserstoff, Kohlenwasserstoffe, Kohlenoxyd) bewirken hwärzung, welche bei Luftzutritt wieder in die für das Glühen in der Luft charaktetischen Farben zurückkehrt. Nach einer vorhergegangenen Reduction sind die durch e Wirkung von Sauerstoff wieder hervortretenden Farben jedoch heller, ins Weissliche ler Gelbgrüne gehend, als ohne eine solche. Eine zeitweilig reducirende Flamme im fen trägt demnach wesentlich dazu bei, die helle Farbe der kalkhaltigen Thone zu ıtwickeln. Kalkfreie, eisenhaltige Thone brennen sich bei überschüssigem Sauerstoff in roth, und zwar um so stärker, je höher die Temperatur ist. Reducirende Gase hren diese rothe Farbe, durch Reduction des Eisenoxydes in Eisenoxydul und metalliıes Eisen in Sammetschwarz über. Werden diese schwarzen Steine an der Luft geüht, so geht die rothe Farbe zurück, doch nicht so schön als bei ausschliesslich oxyrender Flamme, so dass hier zur Entwickelung reiner Farben die Einwirkung ducirender Gase vermieden werden muss. — Weiss- oder gelbbrennende, kalkfreie und senarme Thone erhalten durch reducirende Gase ebenfalls schwärzliche Färbung. Bei erschüssigem Sauerstoff weissbrennende, eisenarme Thone werden durch reducirende ase hellgrau, durch Glühen bei Luftzutritt wieder weiss. (Vgl. J. 1888, 797; 90, 760.)

Feuerfestigkeit. Ueber den Einfluss der Zusammensetzung des Thones auf n Verhalten in höheren Temperaturen haben namentlich Bischof und Seger umssende Versuche angestellt. Bischof hebt hervor, dass das Schmelzen der Thone der Bildung von Doppelsilicaten und Thonerdesilicat einerseits und einer kieselsauren ıse andererseits besteht, die entweder Magnesia, Kalk oder Eisen, Kali oder Natron n kann. Reines Thonerdesilicat ist in unseren gewöhnlichen Feuerungen schon schmelzbar; es ist um so schwerer schmelzbar, je mehr Thonerde es enthält. Kommt zu eine der genannten Basen, so nimmt mit deren Menge die Schmelzbarkeit stetig zu d zwar um so stärker, je mehr (bis zu einem gewissen Grade) gleichzeitig der Kieseluregehalt wächst. Berechnet man aus der Gesammtanalyse eines Thones, wie viel ıonerde auf 1 Aeq. Flussmittel (Flussmittelverhältniss) und wie viel Kieselsäure f 1 Aeq. Thonerde kommt (Kieselsäureverhältniss), so ist der durch Division des eist kleineren Kieselsäurewerthes in den Flussmittelwerth erhaltene Quotient der uerfestigkeit proportional[1]). Seger führt dagegen aus, dass, wenn es überhaupt länge, aus der chemischen Zusammensetzung eines Thones Schlüsse auf die Schmelzrkeit desselben zu ziehen, diese nur dann zutreffen können, wenn derselbe sich in ıem solchen Zustande befindet, dass man ihn als eine chemisch homogene Masse

1) Für den Zettlitzer Kaolin ergibt sich z. B. für 1 Flussmittel 12,82 Thonerde, 17,30 Kieselre und auf 1 Thonerde 1,35 Kieselsäure, als pyrometrische Formel daher 12,82 (Al_2O_3, 1,35 O_3) + RO und als Feuerfestigkeitsquotienten (F.Q) = 12,82 : 1,35 = 9,49. Wird diese Zahl n echten Bruch, so rechnet Bischof die Thone nicht mehr zu den feuerfesten; er bildet dann s den Zahlen einen anderen Quotienten, indem er das Thonerdeverhältniss multiplicirt. Das so tstehende Product, mit dessen Grösse die Schmelzbarkeit wachsen, mit dessen Verminderung Schmelzbarkeit abnehmen soll, braucht er für die nicht feuerfesten Thone und nennt es den ımelzbarkeitsquotienten (S.Q).

ansehen kann, wenn er also völlig geflossen ist. Die chemische Analyse wird ab um so weniger einen sichern Maassstab für die Beurtheilung abgeben können, weniger Substanz des Thones sich wirklich verflüssigt hat, je weiter die Zusamme setzung dieses Theiles demnach von der Zusammensetzung des Thones als Ganzes a weicht.

Es ist offenbar schwer, die Beziehungen zwischen der Zusammensetzung und der Schme barkeit der Thone wissenschaftlich festzustellen, weil manche Umstände, welche die Schme barkeit beeinflussen, nach ihrem Wirkungswerthe unbekannt sind (z. B. der Einfluss der phy kalischen Zustände, die Art der Flussmittel, ob sie aus Kali, Natron, Kalk, Eisenoxydul und welchem gegenseitigen Verhältniss zu einander bestehen) und deshalb unberücksichtigt bleib müssen. Es folgt daraus, dass die Schmelzbarkeit theoretisch immer nur sehr annäherung weise wird festgestellt werden können, um so mehr, als ein Schmelzpunkt der Thone sich üb haupt nicht mit Sicherheit als solcher feststellen lässt.

Bei den Kaolinen ist die Thonsubstanz sowohl ihrer Menge, als ihrer hohen Feu beständigkeit nach derjenige Stoff, welcher bestimmt ist, die Form der daraus gefertigten Gege stände zu erhalten, das feste Gerüst zu bilden, während die feldspathähnlichen Mineraltrümm durch ihren verhältnissmässig niedrigen Schmelzpunkt in erster Linie die Verdichtung d Masse, die Schliessung der Porenräume herbeiführen. Das stets vorhandene feine Quarzpulv bewirkt, je nach Anwesenheit oder Abwesenheit des Feldspathes, bald eine Vermehrung d Flussmittelmenge, bald eine Erhöhung der Feuerbeständigkeit. Bei den weniger feuerfest plastischen Thonen dagegen ist der Unterschied der Schmelzbarkeit zwischen Thonsubsta und feldspathartigen Mineraltrümmern viel geringer. Der Einfluss des Feldspathes wird hi weniger augenfällig sein als bei den Kaolinen, und es wird auch in den niederen Temperatur die schon früher erweichende Thonsubstanz in ihrem Einfluss auf die Verdichtung mehr herv treten. Der Quarz dagegen wird hier noch viel weniger flussbildend auftreten als bei d Kaolinen, da bei der Mehrzahl derartiger Thone eine völlige, zur Formveränderung führen Erweichung der Thone schon unterhalb derjenigen Temperatur eintritt, bei welcher eine chemisc Einwirkung des Feldspathes auf den Quarz beginnt. Der Quarz wird hier also um so mehr z Erhöhung der Feuerbeständigkeit beitragen, um so niedriger im Ganzen genommen ein Thon der Feuerfestigkeitsscale steht. Bei den leichtschmelzbaren Ziegelthonen ist kaum e Unterschied zwischen der Schmelzbarkeit der Thonsubstanz und den feldspathartigen Miner trümmern zu bemerken; unter Umständen werden diese sogar feuerfester sein als die Thonsubstan Hier ist namentlich der Quarz der die Form erhaltende Bestandtheil.

Bei den leichtest schmelzbaren Ziegelthonen geben die für die Thonsubstanz berechnet Zahlen jedoch keinen Anhalt mehr für die gegenseitige Stellung der Thone bezüglich ihr Feuerfestigkeit. Bemerkenswerth ist jedoch, dass die Thonsubstanz derselben ihrer Schmel barkeit mit der der feldspathartigen Gesteintrümmer nahezu übereinstimmt, Thonsubstanz u Feldspathtrümmer somit nahezu gleichzeitig erweichen, das formerhaltende Gerüst daher v dem Quarz gebildet wird. In dem Maasse, als dieser Quarzgehalt geringer wird, verlieren d Thone auch mehr ihre Eigenschaft der „Standbarkeit" und Klinkerungsfähigkeit im Feue (Vgl. J. 1889, 807.)

Zur sicheren Feststellung des Verhaltens der Thone in der Hitze müss Proben desselben geglüht werden. Seger (J. 1888) empfiehlt hierfür den Deville'schen Of mit Koksfeuerung. Bequemer ist der Ofen mit Leuchtgasheizung.

Beim Versuchsofen der K. Porzellanmanufactur umschliesst der aus feuerfest Scharmottemasse hergestellte und mit Eisenblech bekleidete Mantel, welcher in de Untertheil, Mitteltheil und den Deckel zerfällt, die Feuerbrücke, die auf einem trichte förmigen Einsatz sitzt. Dieser letztere ruht in einem ringförmigen Kanal, welch auf der starken eisernen Bodenplatte des Eisengestells angebracht ist. Die Abdichtun der Theile untereinander und des Manteluntertheiles gegen die Bodenplatte geschie durch Einstreuen von Sand oder Scharmottemehl in die dazu angebrachten Nuthe (Fig. 574 und 575). Innerhalb der Feuerbrücke steht auf einem dreifussartigen Scha motteuntersatz die cylindrisch gestaltete, mit abnehmbarem Deckel verschlossene Muffe Um während des Brennens das Ofeninnere beobachten oder Materialien, die in d Muffel eingeschmolzen werden sollen, nachfüllen zu können, ist der Verschlussdeck durchbohrt. Dieses Loch wird durch einen passenden Stöpsel verschlossen. — Di Heizung des Ofens geschieht durch 8 Bunsenbrenner, welche auf dem ringförmigen Ga

uleitungsrohr sitzen und gleichmässig um den Mantel herum vertheilt sind. Das Gasuleitungsrohr ist an dem Gestell in geeigneter Weise befestigt und kann mit den rennern zusammen abgehoben werden, ohne dass der Ofen vollständig auseinanderenommen zu werden braucht. Die einzelnen Brenner sind mit Hahn, Regulirungsülse für die Luftzufuhr und üse ausgestattet. Die Regurungshülsen tragen je einen rm, der mit einem um den antel laufenden verschiebaren Eisenring in Verbindung eht, durch dessen Rechts- oder inksdrehung die Luftzufuhr u den Brennern gemeinsam bgestellt oder geöffnet werden ann. Die Flammen der Brener treten durch schlitzförmig erlaufende Löcher im Scharottemantel in das Ofeninnere, eigen an der Feuerbrücke mpor, umspülen die Muffel it dem Brenngut und werden nterhalb desselben in dem ach unten gerichteten cylindrischen Rohr des trichterförmigen Bodens gesammelt und urch das sich anschliessende eiserne Abzugsrohr in den Schornstein geleitet. Die ugstärke des Schornsteins wird durch einen Schieber eingestellt. Das Abzugsrohr t von einem weiteren Eisenmantel umgeben, in dessen unterem Theile sich verhliessbare Ausschnitte zur Regelung des für die Verbrennung erforderlichen Luftintritts befinden. Die zwischen den beiden Eisenmänteln emporsteigende Luft wird urch die heissen, durch das innere Abzugsrohr abziehenden Verbrennungsgase vorgeärmt und gelangt durch in der eisernen Bodenplatte angebrachte Ausschnitte zwischen en äusseren Scharmottemantel und den trichterförmigen Einsatz zum Verbrennungsaum. Dadurch, dass die zur Verbrennung nöthige Luft stark erhitzt zugeführt wird, ist s möglich, sehr hohe Hitzegrade in dem Ofen zu erreichen. Je nachdem diese Luftuführungsöffnungen weiter oder enger gestellt und die Düsen an den Brennern geöffnet der geschlossen sind, erhält man eine oxydirende oder reducirende Flamme. Vor der nbetriebsetzung des Ofens ist in dem Kamin durch ein kleines Vorfeuer für den erforderchen Zug Sorge zu tragen. — Beim Brennen von glasirten und unglasirten Porzellan-, teingut-, Scharmottestein-, Klinker- und Verblenderproben, sowie zum Einschmelzen on Gläsern, Farb- und Emailleflüssen aller Art leistet der Ofen gute Dienste (J. 1896).

Fig. 574.

Fig. 575.

Als Scale benutzte Bischof bisher eine Reihe von natürlich vorkommenden Thonen: den chieferthon von Saarau, den Zettlitzer Kaolin, die Thone von Stroud-Maiseroul, Mühlheim, rünstadt, Oberkaufungen und Niederpleis. Dann das Niederschmelzen eines Stückchen Platinrahtes zu einer Kugel. Die Thone sind in der von Bischof verwendeten Beschaffenheit nicht äuflich zu haben. Das Platin hat aber, wie das Eisen, die Eigenschaft, unter Umständen aus en Feuergasen im glühenden Zustande Kohlenstoff aufzunehmen und dadurch seinen Schmelzunkt zu verändern. Seger hat dagegen verschiedene Thonmischungen von ganz bestimmten usammensetzungen angegeben, welche, wie auch die Tetraëder zur Wärmemessung von der önigl. Porzellanmanufactur in Berlin-Charlottenburg bezogen werden können und somit voruziehen sind [1]).

1) Vgl. Ferd. Fischer: Chemische Technologie der Brennstoffe (Braunschweig, Vieweg); . 1888, 793; 1891, 773; 1898, 719.

Es ist beachtenswerth, dass nach Versuchen von Cramer (J. 1892 u. 1897) beim star Glühen Quarz bez. Kieselsäure und die Flussmittel des Thones theilweise flüchtig sind. wurde beim Glühen von Kaolin ein Sublimat erhalten:

SiO_2	59,6
Al_2O_3	12,4
Fe_2O_3	9,1
CaO	1,2
MgO	7,5
KNaO	9,95

Er meint, dass die Flussmittel den Schmelzpunkt gleichmässig herabdrücken, wenn äq valente Mengen in Frage kommen.

Herstellung der Thonwaaren.

Geschichtliches. Es konnte den Menschen nicht lange verborgen bleiben, dass dem von Flüssen am Ufer abgelagerten Schlamm Fussspuren u. dgl. beim Trocknen erhal blieben. Sie formten daher rohe Gefässe daraus und trockneten sie an der Sonne. Da di aber durch Wasser wieder zusammenfielen, so war es ein grosser Fortschritt, als man durch irge einen Zufall fand, dass diese unangenehme Eigenschaft durch Erhitzen verloren ging. Be Brennen der Thongefässe konnte sich aber an den heissesten Stellen, wo die Stücke mit As in Berührung kamen, leicht ein Glasüberzug bilden, was zur Erfindung der Glasuren und Glases Veranlassung gab.

Die ältesten Baudenkmäler aus Ziegelsteinen sind in Aegypten aufgefunden; so wu festgestellt, dass der aus Ziegeln hergestellte Belustempel die Höhe eines Stadiums (200 gehabt hat, und dass er von einer 8 Meilen langen Mauer umgeben war. Das Alter die Bauwerke wird auf 12000 Jahre geschätzt. Auch einige Pyramiden wurden ganz aus Zieg hergestellt; eine solche von König Asychis erbaute trägt eine Steintafel mit folgen Inschrift: „Halte mich nicht gering im Vergleich mit den steinernen Pyramiden, denn rage vor ihnen ebenso hervor wie Zeus vor den Göttern. Denn mit der Stange in den S stechend, sammelten sie, was von Schlamm an der Stange hängen blieb, strichen Ziegel dara und erbauten mich auf solche Weise.“ — Aus Nilschlamm fertigten die Aegypter ferner ke förmige Ziegel zur Herstellung der ältesten bekannten Gewölbe, deren Alter bis 3000 Jahre v. C hinaufreicht.

Massenhafter noch wurden gebrannte Steine in Babylon verwendet. „Wohlan, lasset u Ziegel streichen und brennen“ sprachen die Babylonier bei dem bekannten Thurmbau (1. Bu Moses, 11. Kap., 3. Vers). Nach Herodot (1. Buch, Kap. 178) war Babylon mit einem Grab und einer Mauer von 50 Ellen Breite und 200 Ellen Höhe umgeben. „Während sie den Grab gruben, fertigten sie zugleich Ziegel aus der Erde, die aus den Gruben geworfen ward, und nac dem sie eine hinreichende Zahl von Ziegeln gestrichen hatten, brannten sie dieselben in Oefen Die Herstellung von Backsteinen hatte demnach hier bereits 3000 v. Chr., wie man aus d schönen, lebhaft gefärbten Glasur der in den Ruinen Babylons gefundenen Ziegel schliessen mu eine solche Vollkommenheit erreicht, dass die Erfindung der Ziegelbrennerei noch viel älter se muss, als die Gründung der Stadt. Auch in China, Japan und Hinterindien sind Ziegelstei seit undenklichen Zeiten in Gebrauch.

Griechen und Römer verwendeten allgemein Ziegelsteine; Vitruv (2. Buch, 3. Kap bespricht ausführlich getrocknete Lehmsteine *(lateres)* und gebrannte Ziegelsteine *(testae)*. V Rom aus verbreitete sich der Backsteinbau über Italien, Gallien, Britannien, Spanien und Deutsc land. Das älteste römische Backsteinmauerwerk in Deutschland ist am Dom zu Trier; die da verwendeten Ziegel scheinen aus der Zeit des Augustus zu stammen. Allgemeiner wurde Deutschland die Herstellung und Verwendung der Ziegelsteine aber erst im 12. Jahrhunde Von der Hansa wurden Ziegelsteinbauten ausgeführt in Antwerpen, Bergen, Petersburg, und d deutsche Ritterorden begann im J. 1276 das Schloss von Marienburg zu bauen. Aber selbst i 17. Jahrhundert war die Ziegelfabrikation in Deutschland noch mangelhaft, erst der neuest Zeit war es vorbehalten, nicht nur den mechanischen Theil derselben sehr zu vervollkommne sondern auch die Anfänge einer wissenschaftlichen Grundlage zur Beurtheilung des Thones u des Brennprocesses zu schaffen.

Die Kenntniss der Töpferglasur muss ebenfalls sehr alt sein, denn schon Jesus Sirac sagt (Kap. 39, Vers 34): „Ein Töpfer muss bei seiner Arbeit sein, die Scheibe mit seinen Füss umtreiben und immer mit Sorgen sein Werk machen und hat sein gewiss Tagewerk; er muss m seinen Armen aus dem Thone sein Gefäss formiren und sich zu seinen Füssen müde bücken; muss denken, wie er es fein glasire“ u. s. w. Wie so mancher andere Industriezweig, schei

ch das Töpfergewerbe zuerst von den Aegyptern ausgeübt und von diesen auf die Israeliten ergegangen zu sein. Zur Zeit des Moses stand das Töpfergewerbe in hohem Ansehen. In ropa zeichneten sich die Etrusker durch Kunstfertigkeit und verschiedene Farben ihrer Töpferbeit aus; zur Zeit des Plinius waren besonders die Städte Tralles in Lydien, Erythrea in nien, Adria in Oberitalien, Rhegium und Cumä in Unteritalien ihrer Töpferwaaren wegen rühmt. Bei den Griechen bildete die Töpferei bereits ein ansehnliches Gewerbe, besonders zu hen, Corinth, Aegina und auf Samos; in ersterer Stadt war ein besonderes Viertel, Kerameikos, welchem hauptsächlich die Werkstätten und Verkaufslocale der Töpfer sich befanden. Die sten glasirten Thonwaaren waren mit kieselsaurem Alkali glasirt, erst im 12. oder 13. Jahrndert tritt die Bleiglasur, von einem Töpfer in Schelstadt im J. 1283 erfunden, auf. Bis gegen s 14. Jahrhundert verwendete man in Europa nur plastischen Thon zu irdenen Gegenständen, ren Masse immer mehr oder weniger gefärbt war; die durchsichtige Bleiglasur, womit n diese Waaren überzog, verdeckte die unangenehme Farbe der Geschirre nicht. Der Zusatz n Zinnoxyd, welcher die Glasur weiss und undurchsichtig machte und sie in Email überführte, r daher ein grosser Fortschritt in der Thonwaarenfabrikation. Die weisse Emailschicht verckte die darunter liegende röthliche Masse des gebrannten Thones und erhöhte die Schönheit s daraus gefertigten Gegenstandes. Den Arabern und den Mauren Spaniens gebührt die Ehre r Entdeckung dieser wichtigen Verbesserung. Das emaillirte Thongeschirr verbreitete sich nach Italien und nahm nach und nach durch verbesserte Darstellungsart und besseres Material, mentlich durch die Bemühungen von Lucca della Robbia in Florenz (gegen 1430) und razzio Fontana zu Pesaro (gegen 1540), den Entdecker der unter dem Namen Majolica kannten Geschirre, an Schönheit zu. Fast zu der nämlichen Zeit tritt auch in Nürnberg das aillirte Thongeschirr auf. Auf welcher hohen Stufe überhaupt im 15. Jahrhundert die pferei in Deutschland stand, zeigen die kunstvoll gearbeiteten Wein- und Bierkrüge mit stischen Zierden und zum Theil mit farbiger Glasur, die beim Ausgange des Mittelalters in anken und am Niederrhein überall hin verbreitet waren.

In Deutschland stellte Böttcher zuerst 1704 das braune Jaspisporzellan und 1710 das isse oder harte Porzellan her, in demselben Jahre wurde die Meissener Porzellanfabrik, die erste ropas gegründet; in Frankreich stellte man fast zu gleicher Zeit das Frittenporzellan dar. st mit Anfang des 19. Jahrhunderts ging auch Sèvres zur harten Masse über. Die Fabrikation n Thonwaaren in England nahm erst dann seinen Aufschwung, als gegen das Jahr 1725 Astry den Zusatz von gepulvertem Feuerstein zur Thonmasse, die vorher nur aus plastischem on hergestellt wurde, einführte, und wenige Jahre nachher Wedgwood (1730 bis 1795) die onindustrie verbesserte.

Die Behauptung der Chinesen, dass sie die Erfindung des Porzellans bereits vor 3000 hren gemacht hätten, ist nicht richtig; vielmehr tritt dasselbe unter dem Namen Yao erst im Jahrhundert auf. Erst 100 Jahre später lernten sie die Anwendung des Blau unter der asur kennen. Dieser Fortschritt erschien alsdann aber so wichtig, dass das so verzierte rzellan für den ausschliesslichen Gebrauch des Königs zurückgehalten wurde. Niemand hatte s Recht, derlei Porzellangegenstände zu erwerben, ja nicht einmal sie anzusehen! Im 13. Jahrndert fing man an, die Porzellangefässe mit farbigem Grunde in Türkis, Gelb, Violett, ja sogar t Malereien zu bedecken. Unter dem Kaiser Tsching-hoa (1465 bis 1488) entdeckte man s Verfahren, glasirte Porzellangegenstände mit farbigen Verzierungen zu versehen, oft prachtllen Malereien mit vorwiegendem Grün. In der 5. Periode (1723 bis 1726) kommt dann Purpurh u. dgl. dazu; doch beginnt bereits gegen Ende dieser Periode der Verfall der keramischen nst Chinas. Immer aber ist das Material zu dem chinesischen Porzellan ausgezeichnet, während Japaner sie in der Decoration ihrer Thongefässe und Fayencen weit überflügelt haben. achtvolle Vasen liefert namentlich Satsuma.

Eintheilung der Thonwaaren. Nach der Beschaffenheit der gebrannten asse (des Scherbens), unterscheidet man dichte und poröse Thonwaaren. Die chten sind so stark erhitzt worden, dass ihre Masse halbverglast erscheint; sie sind Bruche glasartig, durchscheinend, undurchdringlich für Wasser und geben am Stahle nken. Die poröse Thonwaare ist in der Masse nicht verglast und daher locker; ihr uch ist erdig, ihre Masse zerreiblich, lässt in nicht glasirtem Zustande Wasser durch d klebt an der Zunge. Die gebrannte Masse bleibt entweder rauh oder sie ist mit ner glasartigen Masse, Glasur, überzogen. Darnach kann man die Thonwaaren ntheilen in:

I. Dichte Thonwaaren. A. Porzellan. Nach Wagner (J. 1882) besteht das rzellan aus einem thonerdefreien Glas, den Silicaten Al_2O_3, $2SiO_2$ und Al_2O_3, $3SiO_2$ nebst überüssiger Kieselsäure. Man unterscheidet folgende 3 Hauptgruppen:

1. Hartporzellan, welches auf Bötticher's Erfindung direct aufgebaut ist und (w auch nach Proc. schwankend) etwa 80 bis 75 Proc. Kaolinerde, 20 bis 25 Proc. Feldspath in der M enthält und mit einer aus Kaolin, Quarz, auch z. Th. Feldspath und Kalk bestehenden Glasur ü zogen wird. Dieser Gruppe gehören die älteren Porzellane von Meissen, Berlin und Sèvres Sèvres allerdings mit der Beschränkung, dass man dort als Glasur den natürlich vorkommen Pegmatit von St. Yrieux anwendet. Diese Gruppe verlangt den höchsten Feuergrad im brand, gibt sich als ein weisses, mässig durchscheinendes Porzellan von höchster Widersta fähigkeit sowohl gegen Schlag und Stoss, als gegen Temperaturwechsel oder der Einwirk starker Säuren und Alkalien.

2. Quarzporzellane, das sind Porzellane, in denen etwa 20 Proc. des Kaolins d Quarz in der Masse ersetzt sind und eine Glasur erhalten, die aus wechselnden Mengen von F spath, Kalkscherben und Quarz besteht. Die Quarzporzellane sind meist stark durchschein mit schon etwas glasigem Bruch; sie besitzen eine geringere Schwindung und brauchen einen niedrigeren Feuergrad im Gutbrand, als die der ersten Gruppe. Man spart an Brenn und hat überhaupt eine leichtere Fabrikation; doch sind die Porzellane weniger widersta fähig und leichter zerstörbar, als die unter 1. aufgeführten. Diese Gruppe wird jetzt in besseren privaten Porzellanfabriken Frankreichs, namentlich in Limoges, ferner in Oesterr und besonders Nordböhmen, in neuerer Zeit auch in Deutschland hergestellt.

3. Die sog. Weichporzellane, welche weitere 20 bis 25 Proc. Thonsubstanz du Flussmittel, wie Quarz und Feldspath, ersetzen, wohin das Seger-Porzellan, die pâte nouv das chinesische und japanesische Porzellan zu rechnen ist; auch gehören dahin einige gle werthigere Porzellane aus deutschen Fabriken. Bei den Weichporzellanen war man in Lage, die Scharffeuerfarben des Steingutes benutzen zu können, namentlich das sog. Pinkr eine durch geringe Mengen von Chromsäure gefärbte Verbindung von Zinnoxyd und Kalk, so die Oxyde des in der chinesischen Keramik stark angewendeten Kupfers. Die beabsicht Schaffung der kupferrothen Porzellane, welche schon (wenn auch erfolglos) von den älte Keramikern auf Hartporzellan versucht worden ist, rief wohl in erster Linie das Bedürfniss n einer flüssigen Masse und Glasur hervor, nachdem die Untersuchung der Chinaporzellane ih geringen Thonerdengehalt ergeben hatte.

B. Steinzeug. Masse dicht, klingend, feinkörnig, nur an Kanten oder kaum du scheinend, weiss oder gefärbt. Feines weisses Steinzeug ist nur durch die mangelnde Du scheinheit äusserlich von dem Porzellan unterschieden.

II. Thonwaaren mit porösen Scherben. A. Feine Fayence mit dur sichtiger Glasur. Masse erdig, an der Zunge hängend, undurchsichtig, etwas klingend, durchsichtiger, bleiischer, auch Borax, Feldspath u. s. w. enthaltender Glasur.

B. Fayence mit undurchsichtiger Emailglasur (auch Steingut genan Masse aus Töpferthon oder Thonmergel, mit undurchsichtiger weisser oder gefärbter zinnhalti Glasur (Email). Hierher gehören die Majoliken und emaillirten Fayencen des Mittelalters, Delfter Waare u. s. w.

C. Gemeine Töpferwaare. Masse gewöhnlicher Töpferthon oder Thonmergel u stets röthlich gefärbt, weich und porös.

D. Ziegel, Terracotten, Backsteine, feuerfeste Steine (Tiegel, Röhr Krüge u. s. w.). Masse erdig, immer gefärbt (brennt sich nicht weiss), porös, leichtflüss wenig klingend und undurchsichtig. Glasur nur ausnahmsweise.

Hartig (J. 1888) bezeichnet mit:

A) Irdenwaare, jedes unglasirte, nicht lackirte, undichte Erzeugniss aus farb gebranntem Thon;

B) Lackwaare, jede unglasirte, lackirte, im Scherben undichte farbiggebran Thonwaare;

C) Verglühgut, jedes unglasirte, undichte Erzeugniss von weissgebranntem Thon;

D) Schmelzwaare, jede glasirte Thonwaare von farbiggebranntem undichten Scherbe

E) Steingut, jede glasirte Thonwaare von weissgebranntem undichten Scherben;

F) Klinkerwaare, jedes unglasirte dichte Erzeugniss aus farbiggebranntem Thon;

G) Steinzeug, jede glasirte Thonwaare von farbigdichtem Scherben;

H) Biscuit-Porzellan, jedes unglasirte dichte Erzeugniss aus weissgebranntem Tho

I) Glasur-Porzellan, jede glasirte Thonwaare von dichtem weissen Scherben.

I. Porzellan. Das echte Porzellan ist zusammengesetzt aus einem Gemenge v Kaolin mit Feldspath als Flussmittel, welchem bisweilen Quarz, Kreide oder Gyps z gesetzt werden.

Rohstoffe der Porzellanfabrikation. Kaolin, Feldspath und Quarz ssen in unfühlbaren Staub verwandelt werden. Nach dem Zerkleinern wird gesiebt l geschlämmt. Die in der Berliner Porzellanmanufactur angewendete Masse besteht Kaolin und Feldspath, ohne Zusatz eines sonstigen Flussmittels. Ferner:

Nymphenburg	
Kaolin von Passau	65
Sand	4
Quarz	21
Gyps	5
Biscuitscherben	5

Wien	
Kaolin von Zedlitz	34
Kaolin von Passau	25
Kaolin von Unghvar	6
Quarz	14
Feldspath	6
Scherben	3

Meissen	
Kaolin von Aue	18
Kaolin von Sosa	18
Kaolin von Seilitz	36
Feldspath	26
Scherben	2

Seger untersuchte die Zusammensetzung feiner Massen aus 4 Porzellanfabriken, lche wegen ihres grossen Betriebes und ihrer vorzüglichen Producte als hervorragend eichnet werden können. Die mit A und B bezeichneten Massen werden in zwei nzösischen Fabriken verarbeitet, die Massen C und D in einer belgischen, und zwar erstere für feine, letztere für gewöhnlichere Waare, während die Masse E aus einer tschen Porzellanfabrik stammt.

Bestandtheile	Gesammt A	Durch Schwefelsäure nicht zersetzbar (Quarz + Feldspath)	Gesammt B	Durch Schwefelsäure nicht zersetzbar (Quarz + Feldspath)	Gesammt C	Durch Schwefelsäure nicht zersetzbar (Quarz + Feldspath)	Gesammt D	Durch Schwefelsäure nicht zersetzbar (Quarz + Feldspath)	Gesammt E	Durch Schwefelsäure nicht zersetzbar (Quarz + Feldspath)
selsäure	61,71	29,87	67,45	43,24	65,92	37,87	61,70	29,97	64,25	40,79
nerde	26,69	1,39	21,59	1,89	23,32	2,14	27,01	0,74	21,46	1,78
noxyd	1,14	0	0,59	0	0,59	0	0,61	0	0,54	0
k	Spur	0	0	0	Spur	0	0,65	0	2,38	(2,38)
nesia	0,06	0	0,51	0	0,22	0	0,25	0	Spur	0
	1,30	1,01	1,92	1,26	1,48	1,43	1,32	0,50	1,97	1,09
ron	—	—	0,24	—	0,60	—	0,67	—	1,03	0
lensäure	0	0	0	0	0	0	0	0	1,99	(1,99)
ser, org. Subst.	9,24	0	7,23	0	7,24	0	8,11	0	6,12	0
	100,14	32,27	99,53	46,39	99,37	41,44	100,32	31,21	99,74	43,66
nsubstanz		67,73		53,61		58,56		68,79		51,97
rzpulver		24,63		36,66		30,36		27,38		34,50
spath		7,64		9,73		11,08		3,83		9,16
lens. Kalk		0		0		0		0		4,37

Die Masse A wird nur durch Zusammenschlämmen und Sieben der Rohstoffe, wie sie die r liefert, gewonnen. Sie besteht aus dem an Feldspathresten reichen geschlämmten Kaolin St. Yrieix, einem fetten und einem feinsandigen Thon; ein Zusatz von Feldspath als solchem gemahlener Kieselsäure als Quarz, Flint oder Sand findet nicht statt. Für die Masse B en Kaolin und plastischer Thon unbekannten französischen Ursprunges, die einen Zusatz gemahlenem norwegischen Feldspath und von reinem Quarzsand erhalten. Für die Massen nd D wird englischer Kaolin *(China-clay)*, plastischer Thon aus Belgien, gemahlener eng- er *Cornish stone* und Feuerstein von Dieppe verwendet. Der Unterschied der Massen besteht n, dass die erstere reicher an Kaolin und *Cornish stone*, die zweite reicher an plastischem ne ist. Das aus den Massen dargestellte Biscuit ist bei allen reinweiss und mit Ausnahme Masse A, welche am wenigsten widerstandsfähig erscheint, mit einer Stahlklinge nicht an- bar. Die Masse B scheint unter den übrigen die härteste und klingendste zu sein. Die h Schwefelsäure zersetzbare Thonsubstanz ist bei allen 5 Porzellanmassen wesentlich gleich

zusammengesetzt (vgl. J. 1880, 481; 1881, 480). Die Massen zu chinesischem und j. nesischem Porzellan sind eisenfrei (vgl. J. 1880, 485; 1890, 753).

Die Masse des neuen Sèvresporzellans (la pâte nouvelle de Sèvres) besteht nach V (J. 1894) aus

Kaolin	38
Feldspath	38
Quarz	24

und die Glasur aus

Sand	43
Kreide	33
Biscuit der neuen Masse	24

Nachdem aus den Setzbottichen das Wasser abgelassen worden ist und die Masse sic Brei mit 44 bis 56 Proc. Wasser abgeschieden hat, muss sie auf den knetbaren Zustand (mit 25 Proc. Wasser) gebracht werden. Dieses geschieht durch Trocknen an der Luft ode poröser Unterlage, am besten aber durch Filterpressen.

Die Gleichförmigkeit der Masse erreicht man durch Kneten; die Plasticität wesentlich befördert, wenn man dieselbe an einem feuchten Orte längere Zeit sich selbst lässt, wo dann eine Art Fäulniss eintritt. Zur Beförderung derselben wendet man Jauche Moorwasser (mitunter auch Rübenmelasse) an. Nach Salvétat treten bei der Fäulniss der zellanmasse reichliche Mengen von Schwefelwasserstoffgas auf, wahrscheinlich durch Redu des schwefelsauren Kalkes zu Schwefelcalcium und Zerlegung desselben durch Kohlens Die eintretende schwarze Färbung der Masse und ihr Weisswerden an der Luft ist eine der Bildung von schwarzem Schwefeleisen, welches an der Luft sich zu Eisenvitriol oxydirt mit den Waschwässern entfernt wird. Die hinreichend abgelagerte und wieder weiss gewo Masse wird in feine Späne geschnitten, die von den Massearbeitern wieder zusammengesch und zu Ballen geknetet werden.

Das Formen geschieht durch Drehen auf der Töpferscheibe, oder mit Hilfe von For Die Töpferscheibe (Drehscheibe) besteht in ihrer einfachsten Form aus einer senkre eisernen Achse, einer oben darauf befestigten wagrechten hölzernen Scheibe, auf welche Masse gedreht wird, und einem unten angebrachten Schwungrade. Der Dreher hält die Da in den Mittelpunkt und drückt abwärts, so entsteht eine Höhlung, welche sich erweitert, er die Daumen entfernt, und eine glockenähnliche Gestalt annimmt, sobald er die Daumen w nähert. Die Hände werden durch Eintauchen in Schlicker (in Wasser fein zertheilte zellanmasse) schlüpfrig erhalten. Die Masse wird entweder direct auf der Holzscheibe ode einer Unterlage von Gyps, welche mittels Schlicker auf der Scheibe befestigt ist, gedreht. Dreher vollendet die Form mit Hilfe des Steges, einer Art Lehre aus Eisen, Schiefer oder H deren Form sich nach der Art des herzustellenden Gegenstandes richtet. Hierauf schneid das geformte Stück mit Hilfe eines feinen Messingdrahtes von der Scheibe ab und bringt e ein Brett, um es trocknen zu lassen.

Mit Formen: a) durch Pressen und mit Anwendung von trockener Masse; b) mit wei teigartiger Masse, oder c) durch Giessen mit flüssiger Masse. Gewöhnlich wendet man For von Gyps an. Man unterscheidet Ballenformerei und Schwartenformerei. Nach der e Art wird die Porzellanmasse in Stücken von der geeigneten Grösse, die von dem Balle geschnitten werden, entweder so in die Form eingepresst, dass das Stück eine gleichmä Scheibenstärke erhält. Man legt dann, wenn die Form aus zwei Hälften besteht, die be Hälften auf einander und vereinigt durch Druck die beiden geformten Hälften. Teller, Ta und ähnliche Hohlgefässe formt man mit Hilfe von Schwarten, worunter man flache, d Blätter von Porzellanmasse versteht, welche man durch Schlagen mit einem hölzernen, Schafleder überzogenen Hammer oder durch Auswalzen erzeugt. — Das Formen von Porze gegenständen durch Giessen aus dickem Massebrei beruht gleichfalls auf der Eigens der Gypsformen, Wasser aufzunehmen und auf diese Weise die Porzellanmasse fester zu ma (J. 1885, 601). Die zum Giessen bestimmte Porzellanmasse wird mit Wasser zu einer di Schlempe angerührt, welche keine Luftblasen und keine Knoten enthalten darf. Sie wir einen Behälter gebracht, von wo aus sie in die Formen gegossen werden kann, welche au inwendigen Fläche mit Hilfe eines Pinsels mit einer dünnen Schicht von Masse überz wurden. Man füllt die Form mit dem Massebrei an, wobei dafür zu sorgen ist, dass die Luf der Form entweichen kann. Nachdem durch Absaugen von Wasser eine dünne Massesc entstanden ist, giesst man die flüssige Masse ab und füllt neue Masse nach, was so oft wiede wird, bis die gewünschte Wanddicke erreicht ist. Man stellt so Porzellanröhren und Porze retorten dar; meist ist noch ein Abdrehen, Ausbessern, Verzieren durch Guillochiren und lich ein Ansetzen von besonders geformten Theilen, z. B. Henkeln, nothwendig.

Gewisse Porzellanarbeiten werden aus freier Hand gefertigt, z. B. die Sculpturarbeiten und e Anfertigung von Blumen.

Nachdem die Porzellanwaaren geformt und durch das Abdrehen u. s. w. vollendet worden nd, werden sie bei gewöhnlicher Temperatur im Schatten langsam getrocknet.

Glasur und Scherben. Abgesehen von den Fehlern, welche durch unnügende Bearbeitung des Thones, mangelhafte Mahlung der Glasuren, ungleichässige Mischung der Glasurbestandtheile, durch Fehler beim Angiessen, durch Einirkung der Gase und andere Ursachen entstehen, bleiben noch drei Glasurhler übrig [1]), welche von der Ausführung dieser Behandlungen vollständig unabingig sind und wesentlich in der physikalischen und chemischen Beschaffenheit der herbenmaterialien einerseits und der Glasur andererseits begründet sind, nämlich s Abblättern der Glasur, das Haarrissigwerden und das gewaltsame Abpringen der Glasur, welches vielfach zu gleicher Zeit mit Zertrümmerung des herbens verknüpft ist.

Der Fehler des freiwilligen Abfallens ist zumeist darauf zurückzuführen, dass eine ingelhafte Haftung zwischen Glasur und Scherben stattgefunden hat dadurch, dass aus irgend nem Grunde Stoffe zwischen Glasur und Scherben zwischengelagert sind, die durch die chemische nwirkung beider nicht zerstört werden, so dass eine unmittelbare Berührung nicht stattfinden nnte. Es kann dies z. B. hervorgerufen werden durch Thonstaub, durch Flugasche u. dgl., lche bei einer bestimmten Zusammensetzung der Glasur nicht gelöst werden und gewisserassen eine trennende Schicht bilden. Das Haften der Glasur auf dem Scherben setzt immer raus, dass in mehr oder weniger hohem Grade eine chemische Einwirkung der Glasurbestandeile auf den Scherben stattgefunden hat, dass also der Scherben von der Glasur angefressen rden ist. Ein solches Anfressen wird sich leichter vollziehen, wenn die Glasbildung auf dem herben selbst stattfindet, weniger leicht, wenn ein fertig gebildetes neutrales Glas auf den herben gebracht wird. Dieses freiwillige Abfallen kommt daher hauptsächlich dort vor, wo n fertig geschmolzene Fritten ohne irgend welchen Zusatz als Glasur aufträgt, z. B. bei der neinen Fayence, wo das fertig gebildete Zinnemail auf den Scherben aufgetragen wird.

Das Berliner Porzellan (S. 741) besteht wesentlich aus an Thonerde freiem Glase und n Silicate $Al_2O_3 . 3SiO_2$; d. h. es ist überhaupt wie ein Glas zusammengesetzt, nur mit einer grossen Menge von $Al_2O_3 . 3SiO_2$, dass es nicht transparent und flüssig wird. Nun aber zeigen Versuche von Bischof, dass das genannte Thonerdesilicat bei der Weissgluthitze sich sirt; es ist also anzunehmen, dass es mit dem übrigen Glase innig zusammenschmilzt zu einer ien, gleichartigen Masse, jedenfalls viel inniger als das 2fache Silicat im Meissener Porzellane. raus erklärt es sich auch wohl, dass im Dünnschliffe das Berliner Porzellan ein ganz gleichiges Aussehen hat ohne Ausscheidungen, während das Meissener Porzellan gleichmässig verilte Krystalle in einer Glasmasse zeigt. Da ferner das Berliner Porzellan dieselben Silicate die Gläser enthält, so muss die Vereinigung von Glasur und Scherben eine höchst innige n und beide werden an der Berührungsstelle, indem die Glasur in den Scherben eindringt, en ganz allmählichen Uebergang bilden, der gewissermaassen ein Ideal von Glasur- und ierbenverbindung ist. Dieser besondere Umstand ist vielleicht der Grund, weshalb das Berer Porzellan einen so hohen Ruf bei den Chemikern hat. Nicht nur, dass hier Glasur und sse von solcher Zusammensetzung sind, wie sie die höchste Widerstandsfähigkeit gegen chesche Einwirkungen erfordert, sondern die vollkommene Gleichartigkeit der Zusammensetzung l die innige Verbindung von Glasur und Scherben bewirken es auch, dass bei noch so häufigen mperaturwechseln u. s. w. keine Lockerung des Zusammenhanges, keine Haarrisse entstehen nnen.

Das Haarrissigwerden und das gewaltsame Abspringen der Glasur erklären sich durch gleiche Ausdehnung des Scherbens und der Glasur. Zieht sich die Glasur stärker zusammen der Scherben, so gibt es Haarrisse, zieht sich der Scherben stärker zusammen, so springt die sur ab. — Wenn man nun zur Vermeidung dieser Fehler eine bestimmte Glasur festhält und ändert nach verschiedenen Richtungen die Beschaffenheit des Scherbens, oder hält den Scherben und verändert die Beschaffenheit der Glasur nach bekannten Richtungen, so kann man aus dabei auftretenden Erscheinungen Schlüsse ziehen, in welcher Richtung sich die Ausdehnung Scherbens und der Glasur durch die vorgenommenen Abweichungen verändert. Bekanntlich der Brand des Scherbens einen grossen Einfluss auf die Haltbarkeit der Glasur aus. In der gel wird bei schwachem Brand eine Glasur haarrissig; bei stärkerem Brande nimmt die Haar-

---

1) J. 1880, 492; 1881, 508; 1882, 610; 1883, 609; 1884, 653; 1896, 714.

rissigkeit ab, um schliesslich vollständig zu verschwinden, weil nun die Ausdehnungscoëfficie zwischen Glasur und Scherben gleich sind. Im Allgemeinen nimmt mit der Stärke des Bra der Ausdehnungscoëfficient des Scherbens zu. (Vgl. S. 724.)

Zur Beseitigung der Haarrissigkeit oder Absprengung der Glasur soll man Glasur schwerflüssig machen, den Scherben stärker brennen oder reicher an Quarz machen, Quarz feiner nehmen, oder den Feldspathgehalt verringern. Beim Abreissen der Glasur k man dadurch zu einer haltbaren Glasur kommen, dass man statt der schwerer schmelzbaren leichter schmelzbare Glasuren nimmt. Der Scherben kann dahin geändert werden, dass Thongehalt vermehrt, der Quarzgehalt verringert, dass gröberer Quarz zugesetzt, der Feldsp gehalt erhöht, oder dass schwächer gebrannt wird. Schliesslich ist noch zu bemerken, Glasuren im Allgemeinen um so stärker und früher haarrissig werden, je dicker sie liegen. dünner die Glasurschicht, desto länger kann sie rissefrei erhalten werden; aber der Bruch immer eintreten und man kann die Glasurrissigkeit nicht dadurch heben, dass man die Gl dünn legt.

Farbige Porzellanglasuren werden bis jetzt wenig angewendet, wei bei den hohen Temperaturen der Porzellanöfen und bei der bald oxydirenden, b reducirenden Beschaffenheit der Brenngase schwierig ist, bestimmte Farben mit Sicher aus dem Brande hervorgehen zu lassen. Die auf Porzellan gewöhnlich angewend Glasuren entsprechen meist der Formel $RO . 1$ bis $1,25 Al_2O_3 . 10$ bis $12 SiO_2$. Um farbige Glasur herzustellen, fügt man der farblosen Glasur entweder farbige Met oxyde zu, oder man ersetzt die farblosen Flussmittel nach äquivalenten Verhältni durch färbende Metalloxyde. Das erste Verfahren ist nur dann anwendbar, wenn zugefügten Metalloxyde ein starkes Färbungsvermögen haben, so dass sie nur in gerin Mengen zugesetzt zu werden brauchen, weil sie als Flussmittel wirken und die an gebene Normalformel erheblich verrücken können. Die Folge des Zusatzes färben Metalloxyde ist Haarrissigkeit der Glasur, welche um so empfindlicher beim Porze wirkt, als sie meist von einem Loslösen der Glasurschicht vom Scherben begleitet Das zweite Verfahren ist das richtigere, in so fern dabei die Normalformel nicht ändert wird, also auch ein Haarrissigwerden der Glasur nicht vorkommt. Da aber ein Theil der farblosen Flussmittel, deren Gesammtmenge selbst nur 8 bis 11 P der Glasur beträgt, durch färbende ersetzt werden darf, so ist hier auch nur ein gerin Spielraum gegeben. Der Anwendung farbiger Glasuren für Hartporzellan tritt noch Umstand hindernd entgegen, dass es ohne reducirende Flamme kaum gar zu bekom ist, so dass nur Kobaltoxyd, Chromoxyd, Eisenoxyd, Manganoxyd, Gold, Platin Iridium übrig bleiben. (Vgl. J. 1888, 800 u. 812.)

Bei der Glasur des Seger-Porzellans, welche der Formel $RO . 0,5 Al_2O_3 . 5$ $6 SiO_2$ entspricht, kann ohne Schaden mehr färbendes Metalloxyd in die Glasur geführt werden, ohne dass sie ein Blindwerden durch sich ausscheidendes Metallo zeigt. Der Hauptvortheil dieser Glasuren besteht aber darin, dass sie sich auch oxydirender Flamme brennen lassen; man kann daher auch Kupferoxyd, Nickelox Uranoxyd u. dgl. anwenden. Verfährt man bei Herstellung der farbigen Glasuren der Weise, dass man in die Glasur für Kalk äquivalente Mengen von Monoxyd Kobaltoxydul, Nickeloxydul, Kupferoxyd, für Thonerde die färbenden Sesquioxy Chromoxyd, Eisenoxyd, Manganoxyd und Uranoxyd einführt, so erhält man e Farbenscala, deren Glieder nicht nur unter sich eine gleiche chemische Constitut aufweisen, sondern auch nahezu denselben Schmelzpunkt besitzen, sich also in ein Feuer brennen lassen. Bemerkenswerth ist noch, dass sich auf diesem Porzellan a das chinesische Kupferroth herstellen lässt, was bisher nur in Nanking möglich (vgl. J. 1884, 682). Seger beschreibt die Herstellung der kupferrothen Gla (J. 1890, 762). — Aventurinähnliche Glasuren werden mit Eisenoxyd und Kupf oxyd erzeugt (J. 1890, 766; 1896, 704). — Kaga-Roth wird durch Eisenox erzeugt (J. 1888, 811), Rose-Dubarry mit Kaliumdichromat (J. 1888, 81

ürkisblaue Glasuren mit 8 Proc. Kupferoxyd unter Zusatz von Zinkoxyd . 1895, 697).

In Meissen besteht die Porzellanglasur aus

Quarz	37 Th.
Kaolin von Seilitz	37
Kalk von Pirna	17,5
Porzellanscherben	8,5

In der Berliner Porzellanfabrik setzt man die Glasur zusammen aus

Kaolin von Morl (bei Halle) . .	31 Th.
Quarzsand	43
Gyps	14
Porzellanscherben	12

Versuche von Hecht (J. 1897) mit folgenden Glasuren

Hartporzellan-Glasur: $\left.\begin{matrix} 0{,}3\ K_2O \\ 0{,}7\ CaO \end{matrix}\right\} 1 Al_2O_3\ 10 SiO_2$

stehend aus:

$0{,}3\ K_2O\ 0{,}3\ Al_2O_3\ 1{,}8\ SiO_2$	= 167,1	Feldspath
$0{,}7\ CaCO_3$	= 70,0	Marmor
$0{,}4\ Al_2O_3\ 0{,}8\ SiO_2$ . . .	= 89,2	Zettlitzer Kaolin (gebrannt)
$0{,}3\ Al_2O_3\ 0{,}6\ SiO_2\ 0{,}3\ H_2O$	= 77,7	Zettlitzer Kaolin (ungebrannt)
$6{,}8\ SiO_2$	= 408,0	Sand von Hohenbocka

Seger-Porzellan-Glasur: $\left.\begin{matrix} 0{,}3\ K_2O \\ 0{,}7\ CaO \end{matrix}\right\} 0{,}5\ Al_2O_3\ 4\ SiO_2$

stehend aus:

$0{,}3\ K_2O\ 0{,}3\ Al_2O_3\ 1{,}8\ SiO_2$	= 167,1	Feldspath
$0{,}7\ CaCO_3$	= 70,0	Marmor
$0{,}2\ Al_2O_3\ 0{,}4\ SiO_2\ 0{,}2\ H_2O$	= 51,8	Zettlitzer Kaolin (ungebrannt)
$1{,}8\ SiO_2$	= 108,0	Hohenbockaer Sand

aben, dass sowohl die Seger-Porzellan- wie die Hartporzellan-Glasur auf einer ganzen Reihe n Massen hält, und zwar halten die Porzellanglasuren um so eher, je höher der Gehalt an onsubstanz in den Massen ist und je mehr von der Thonsubstanz einem plastischen Thon nommen ist.

Das Auftragen der Glasur kann geschehen 1) durch Eintauchen, 2) durch Bestäuben, durch Begiessen, 4) durch Verflüchtigen.

Das Porzellan wird vor dem Glasiren einem schwachen Brand, dem Verglühen unterrfen. Die mit Wasser gemahlene Glasur wird mit Wasser zu einem dünnflüssigen Teig anührt; taucht man ein verglühtes Geschirr in die Glasurbrühe, so wird ein Theil des Wassers n der porösen Masse rasch aufgenommen und das in dem Wasser vertheilte Glasurmehl bleibt der Oberfläche des Porzellans als eine gleichmässige Schicht zurück.

Das Glasiren mittels Bestäuben findet nur bei gröberen Waaren Anwendung. Man telt über die frisch geformten noch feuchten Waaren Bleiglätte oder Mennige, zuweilen nur iglanzpulver (Glasurerz); es bleibt alsdann eine Schicht davon auf der feuchten Oberfläche ten. Diese Pulver liefern das Bleioxyd, die Masse die Kieselsäure und die Thonerde, welche Bildung der Glasur erforderlich ist.

Das Glasiren durch Begiessen findet bei Geschirren Anwendung, welche keine osität mehr besitzen. Derartige Geschirre sind das Frittenporzellan und das englische rzellan. Das Glasiren durch Begiessen kommt aber auch vor bei dem gewöhnlichen pferzeug und bei einigen Arten von Fayence. Man giesst die Glasurbrühe in oder auf die zu sirenden Waaren, indem man sie durch Schwenken überall auszubreiten sucht. Durch dieses sirverfahren hat man die Möglichkeit, das Innere eines Gefässes mit einer anderen Glasur als äussere Fläche zu versehen. So sind z. B. viele Fayencen inwendig weiss und auswendig un glasirt.

Das Glasiren durch Verflüchtigung wird dadurch ausgeführt, dass man gegen das de des Brandes in dem Ofen einen salzigen oder metallischen Dampf (meist Chlornatrium) let, der sich mit der Kieselsäure der Masse zu einem wirklichen Glase verbindet. In neuerer t verwendet man vielfach die Borsäure zum Glasiren. — Bei feinem Steinzeug, welches in pseln eingesetzt gebrannt wird, überzieht man die innere Fläche der Kapseln mit den Stoffen,

durch deren Verflüchtigung eine Glasur auf den eingesetzten Gefässen sich bilden soll. E gebräuchliche Mischung zum Glasiren der inneren Kapselfläche besteht aus Potasche, Bleigl und Kochsalz. Während des Brennens verflüchtigt sich Kochsalz und Chlorblei, welche mit Kieselsäure der Geschirrmasse sich zu einer Glasschicht verbinden.

Kapseln. Aus Porzellanmasse hergestellte Gegenstände und überhaupt feinere ird Waaren dürfen beim Brennen nicht der freien Einwirkung der Flamme ausgesetzt sein, weil Fl asche und Rauch eine Verunreinigung derselben bewirken würde; man muss sie deshalb in ei Umhüllung brennen, welche zu diesem Zwecke eigens aus Thon verfertigt und Kapsel o Kasette genannt wird. Man fertigt die Kapseln aus Scharmotte. In die Kapsel legt r zuerst eine eben geschliffene Platte aus Kapselmasse (Pumbse) und stellt erst auf diese Porzellan.

Brennen des Porzellans. Das Brennen des Porzellans zerfällt in das V glühen und in das Glattbrennen, wodurch die Porzellanwaaren gargebra werden und zwar Masse und Glasur zu gleicher Zeit.

Porzellanofen. Die eingekapselte Waare wird in Stössen in den Ofen eingese Der alte Porzellanofen ist ein stehender Flammofen mit drei Geschoss und fünf Feuerun mit Holzfeuerung eingerichtet. Die beiden unteren Geschosse dienen zum Gar-, Gla oder Starkbrennen des Porzellans; das obere Geschoss, die Krönung genar dient zum Rohbrennen. Am Boden der beiden unteren Abtheilungen sind die f Feuerungen angebracht.

Die Heizung geschieht zuerst in den unter den Feuerungen befindlichen Feuerkamm indem man etwas Holz darin anzündet. Ist durch dieses schwache Feuer, das Flattirfeuer (V feuer), die Waare bis zum starken Rothglühen erhitzt worden, so beginnt man das Schar Gut- oder Glattfeuer. Nachdem der Ofen weissglühend ist, öffnet man die Probeöffnung nimmt die Probescherben heraus und beurtheilt den Schmelzgrad ihrer Glasur. Das Gutbren dauert 17 bis 18 Stunden; man verschliesst dann den Ofen und lässt ihn erkalten, wozu 3 4 Tage erforderlich sind. Zum Gelingen des Porzellanbrennens ist nicht nur eine sehr h Temperatur, nicht nur eine reichliche Entwickelung, sondern auch eine bestimmte chemis Beschaffenheit der Flamme Bedingung, insofern letztere von wesentlichem Einfluss auf die Fa des Productes ist, so dass häufige Gasanalysen (S. 55) zu empfehlen sind.

Der Porzellanbrennofen von Unger (J. 1899), aus Unterofen *A* (Fig. 576) u Oberofen *B* bestehend, dient zum Brennen von weissem Porzellan u. dgl. mit reduciren Flamme und darauf folgender Rauchverzehrung. D untere Luftkanal, welcher nahe dem Boden ansaugt, öff sich innen bei dem Schauloch *E*, der obere saugt na über diesem Schauloch *E* an und öffnet sich schräg geg die Sohle des Oberofens *B*, wo durch den schräg liegend kurzen Kanal das Feuer rauchfrei in denselben eintr Der aufsteigende Kanal *D* ist bis an die Wölbung Oberofens *B* weitergeführt und wird durch einen Sch motteschieber oberhalb der Feuereinströmung in den Ob ofen *B* geschlossen. Diese Platte, mit einem in di Oeffnung von aussen eingeführten Eisenhalter leicht v schiebbar, wird zurückgezogen, wenn die durch die Rau verbrennung vermehrte Hitze im Oberofen *B* zu gr wird, damit die längst rauchlose Flamme nun oben an Wölbung eintritt und durch Füchse in die dritte Eta und in den Schornstein oder von der zweiten Etage sch in den Schornstein geht.

Fig. 576.

Die Einführuug der Gasfeuerung zum Brennen des Porzellans hatte lan Zeit mit grossen Schwierigkeiten zu kämpfen, die indessen in jüngster Zeit dur Möller, Director der königl. Porzellanmanufactur in Charlottenburg und dur Mendheim beseitigt wurden (vgl. S. 755). Der von letzterem construirte Po

llangasbrennofen[1]) bewährt sich; die Waare wird überaus gleichförmig gennnt, Verziehungen und Backrisse kommen selbst bei grossen Stücken selten vor und Ersparnisse an Brennstoffen und Kapseln sind sehr bedeutend. Im Gasgenerator st sich jeder beliebige Brennstoff benutzen, während dies bei directer Feuerung nicht glich ist. Da man im Gasofen Gas und Luft in jeder beliebigen Menge zur Vergung hat, so hat man die Flamme ganz in der Gewalt, obgleich es nicht ganz leicht , die Mengen von Gas und Luft einander so anzupassen, dass weder ersteres, noch zteres vorwaltet. Auch hier sind Gasanalysen erforderlich. (S. 57.)

Fehler der Porzellanmasse: Risse der Masse entstehen durch die kleinste Ungleichit in der Zusammenziehung, zuweilen auch durch Aufsitzen des Porzellans auf einer Unterlage. Das Verziehen kann davon herrühren, dass entweder die Flamme zu stark auf gewisse eile des Stückes wirkte, oder die Masse in Folge fehlerhafter Zusammensetzung zu schmelzbar r. Die Porzellanmasse ist so empfindlich gegen Druck, dass sie an einer nur etwas mehr geickten Stelle weniger schwindet als an andern Stellen und man daher an einem auf der Scheibe lrehten Stücke die Spirale sieht, nach welcher der Arbeiter beim Aufdrehen mit den Fingern n der Mitte gegen auswärts oder von unten nach auswärts gefahren ist. Dieser Fehler wird r Wund genannt. — Flecken können von Körnern der Kapseln herrühren, welche auf das rin befindliche Porzellan gefallen und darauf eingeschmolzen sind. Solche Stellen kann man weilen ausbessern. Häufig haben die Flecken in der Einwirkung des Rauches auf die Porlanmasse ihren Grund und tragen dann dazu bei, dass das Geschirr dem Ausschuss beigesellt rden muss (vgl. J. 1883, 618). — Die gelbe Färbung, welche die Masse zuweilen während s Brennens annimmt, rührt theils von der Einwirkung des Rauches, theils auch von einer ydirenden Einwirkung der Flamme her, welche das Eisen der Masse in Eisenoxyd überführt; gt die Glasur zahlreiche Haarrisse in gewisser Regelmässigkeit, so nennt man solche Gehirre craquelirt.

Porzellanmalerei. Die Porzellanfarben sind gefärbte Gläser, welche durch Aufmelzen (Einbrennen) auf die Porzellanmasse Festigkeit und Glanz erlangen. Zur Erzeugung er Farbe gehört das farbegebende Metalloxyd und der Fluss. Je nach ihrem Verhalten im uer theilt man die Porzellanfarben ein in Scharffeuerfarben und Muffelfarben. stere enthalten färbende Oxyde, die vollkommen oder mindestens so feuerbeständig sind, dass die zum Scharfbrennen erforderliche Hitze unverändert ertragen. Man trägt sie unter der asur auf und schmilzt sie mit derselben. Da die meisten Metalloxyde bei der Temperatur s Scharffeuers ganz oder zum Theil sich verflüchtigen und einen unreinen Ton geben, so sind meisten Porzellanfarben Muffelfarben, welche stets nach dem Glasiren auf der Glasur auftragen und in der Muffel eingebrannt werden (vgl. J. 1884, 674). Die in der Porzellanmalerei gewandten Metallverbindungen sind folgende:

Eisenoxyd für Roth, Braun, Violett, Gelb und Sepia,
Chromoxyd für Grün,
Kobaltoxyd und Kalium-Kobalt-Nitrit für Blau und Schwarz,
Uranoxyd für Orange und Schwarz,
Manganoxyd für Violett, Braun und Schwarz,
Iridiumoxyd für Schwarz,
Titanoxyd und Antimonoxyd für Gelb,
Kupferoxyd und Kupferoxydul für Grün und Roth,
Ferrochromat für Braun,
Bleichromat und Baryumchromat für Gelb,
Platinchlorid und Platinsalmiak für Platinfarbe,
Goldpurpur für Purpur und Rosenroth.

Von diesen Oxyden sind zu Scharffeuerfarben anwendbar das Uranoxyd für Schwarz, s Kobaltoxyd für Blau, das Chromoxyd für Grün, das Mangan- und Eisenoxyd für Braun und hwarz, das Titanoxyd für Gelb, Nickeloxyd für Olivengrün, Gold für Rosa, Iridium und Platin r Schwarz und Grau (vgl. J. 1888). Die meisten Metalloxyde, so das Eisenoxyd, das Chromyd, das Iridiumoxyd, besitzen schon von Hause aus den gewünschten Ton; diese werden nur t dem Flussmittel zusammengerieben und als Farbe benutzt; einige Oxyde erlangen die vergte Färbung erst, wenn sie durch Schmelzen in Silicate oder Borate übergegangen sind. So issen z. B. Kobaltoxyd und Kupferoxyd erst mit Kieselsäure und Borsäure, Antimonoxyd mit

---

1) Vgl. Gustav Möller, Die neue Bauanlage der königlichen Porzellanmanufactur zu erlin 1873.

dem Bleioxyd des Flusses zusammentreten, damit eine blaue, grüne oder gelbe Farbe sich bi Letztere Farben heissen Schmelzfarben, weil sie ihre Farbe erst erhalten, wenn sie mit Flussmittel zusammengeschmolzen werden, zum Unterschiede von den Frittefarben, d Verwendung ein Fritten vorausgehen muss, durch welches die Farbe in einen halbvergla Zustand versetzt wird. (Vgl. J. 1885, 595.)

Das Einbrennen der Farben bei den Muffel- oder Schmelzfarben geschieht in Muffel aus Kapselmasse gefertigt, welche in dem Muffelofen zum Glühen erhitzt wird. Da Muffelfarben stets auf der Glasur sich befinden, so lassen sich meist fühlbare Erhabenhe wahrnehmen; da sie ausserdem gefärbte Bleigläser und deshalb weich sind, so unterliegen d Farben doppelt der Abnutzung — Uebelstände, die bei den Scharffeuerfarben, als unter der Gla liegend, nicht vorkommen.

Das zur Vergoldung angewendete Gold wird aus seiner Lösung in Königswasser du Oxalsäure gefällt. Man wendet als Fluss basisches Wismuthnitrat an und verdünnt das G mit Quecksilberoxyd. Das Muschel- oder Malergold besteht aus den Schabinen von Bereitung des echten Blattgoldes. Die Vergoldung muss auf die von Fett vollständig befr Fläche aufgetragen werden, weil sonst das Gold nicht haften würde. Das Einbrennen gesch in der Muffel. Da das Gold dabei nicht schmilzt, sondern nur durch den schmelzenden Fluss das Porzellan befestigt wird, so zeigt es nach dem Brennen keinen Glanz (Mattgold), welcher erst durch das Poliren erhält. Bei der Meissner Vergoldung oder Glanzvergoldu (zuerst 1830 auf der k. sächs. Porzellanfabrik in Meissen angewendet) entsteht der Glanz währ des Brennens selbst. Das hierzu angewendete Goldpräparat enthält 8 bis 16 Proc. Gold in F von Goldchlorid, Goldsulfuret oder Knallgold, ausserdem meist kleine Mengen von Wismuth, das Aufbrennen begünstigen.

Das Versilbern und Platiniren ist nur in geringer Ausdehnung üblich. Das Schwa anlaufen der Versilberung auf Porzellan durch schwefelwasserstoffhaltige Ausdünstungen k man verhindern, wenn man vor dem Brennen auf das Silber eine sehr dünne Schicht Gold a breitet. Es entsteht dann eine weisse Legirung von Gold-Silber, welche beständig ist. Sil und Platin werden mit basischem Wismuthnitrat gemengt, aufgetragen und eingeschmolzen; werden nachträglich polirt. Glanzplatin und Platinlüster erhält man durch Auftra von Platinsalmiak mit Lavendelöl oder Schwefelbalsam und Einbrennen.

Lithophanien. Das Durchscheinende des Porzellans hat man zur Darstellung Lithophanien oder Lichtbilder benutzt, in flache Gypsformen mit Reliefzeichnungen presste dünne und nicht glasirte Porzellanplatten, welche im durchfallenden Lichte in Folge zweckmässig abgestuften Dicke Licht und Schatten der Figuren mit einer sonst unerreichba Wärme und Weichheit im Uebergange der Töne zeigen. — Bei Email ombrant oder Em de Rubelles oder Lithoponien sind die dunkelsten Stellen am meisten vertieft, daher dünnsten, da das Bild nicht im durchgehenden, sondern im auffallenden Lichte betrachtet wi Diese Gegenstände erhalten eingedrückte Vertiefungen, welche dann mit halbdurchsichtiger färbter Glasurmasse ausgefüllt werden, wobei die tiefsten Stellen dickere Schichten von Glas aufnehmen und daher dunkler erscheinen als die erhabeneren Stellen, welche weniger mit Glas bedeckt werden und dadurch heller bleiben. Derartige Sachen werden in prachtvoller A führung von Villeroy und Boch in Mettlach geliefert.

Das französische Weichporzellan, porcélaine tendre, wurde zuerst Rouen im 17. Jahrh. hergestellt, seit 1756 in Sèvres. Nach Auffindung der Kaol lager bei Alençon und St. Yrieix ging Sèvres zu Hartporzellan über und gab die H stellung des Weichporzellans auf. Wegen der Schönheit und Bildsamkeit des Stoff verdient dasselbe aber dennoch Beachtung. Lauth (J. 1888) erhielt dasselbe wied mit Hilfe von Stas'schem Glas, welches besteht aus:

Kieselsäure	77,0
Natron	7,7
Kali	5,0
Kalk	10,3

Folgende Masse gibt ein gutes Frittenporzellan:

Sand	49,0	entsprechend	Kieselsäure	30,61
Stas'sches Glas	27,5		Thonerde	2,62
Kreide	16,7		Kalk	13,27
Weisse Erde von Dreux	6,8		Alkalien	3,80

Das Brennen geschieht bei ungefähr 1300°, bei welcher Temperatur die Masse dem Ver-
hen nicht ausgesetzt ist, wenn man die üblichen Vorsichtsmaassregeln in Bezug auf Einkapseln
d Stützen der Stücke anwendet.

Dem französischen Porzellan steht nahe das Kryolithglas oder Heissguss-
rzellan.

Das englische Porzellan (und zum Theil auch der nordamerikanische *Iron
me)* besteht in der Masse aus plastischem Thon, aus Porzellanerde von Cornwall (sog.
ina clay), *Cornish stone*, Feuerstein und Knochenasche.

Couper fand in drei Sorten englischen Porzellans:

Kieselsäure	39,88	40,40	39,68
Thonerde	21,48	24,15	24,65
Magnesia	—	0,43	0,31
Kalk	10,06	14,22	14,18
Calciumphosphat	26,44	15,32	15,39
Alkali	2,14	5,28	5,79

Die Glasur besteht aus *Cornish stone*, Kreide, Feuerstein, Borax und Bleioxyd. Da die
asur leichter schmelzbar ist als die Masse, so muss letztere im ersten, stärkeren Feuer gar-
brannt werden, ehe im zweiten kürzeren Feuer die Glasur aufgebrannt wird. Das englische
rzellan wird daher weniger haltbar und wird leichter rissig, als das harte; auf der anderen
ite ist die Masse des englischen Porzellans plastischer, bedarf zum Garbrennen wegen der
erwiegenden leichtflüssigen Bestandtheile eines geringen Feuers und ist deshalb dem Verziehen
m Brennen weniger ausgesetzt. Auf dieser letzteren Eigenschaft beruht namentlich der Vor-
g, dass die englischen Porzellane ohne Schwierigkeit mit geringer Scherbenstärke hergestellt
rden können, während andererseits dieselben vermöge ihrer leichtflüssigen bleihaltigen Glasur
e Anwendung der schönsten Farbentöne zu Verzierungen gestatten.

Parian und Carrara. Das parische Porzellan oder Parian (nach der durch ihren
rmor berühmten Insel Paros) ist unglasirtes Statuenporzellan von einer dem englischen Por-
lan ähnlichen, aber strengflüssigeren Masse, weniger Fluss und mehr Kieselsäure enthaltend.
e Farbe der Masse zeigt einen etwas milden gelblichen Ton; die Oberfläche ist wachsartig
d fettähnlich schimmernd. Die Zusammensetzung des Parians ist eine sehr verschiedene;
nche Probe enthielt Calciumphosphat, andere Baryumsilicat, noch andere nur Kaolin oder
on und Feldspath. — Carrara steht zwischen Parian und Steinzeug in der Mitte und ist
niger durchscheinend als Parian und von etwas weisserer Farbe.

Steinzeug. Die Masse ist dicht, klingend, feinkörnig, gleichartig, nicht an der
nge hängend und somit undurchlassend für Feuchtigkeit. Die Masse ist halb ver-
ist, aber nicht aufgelöst wie bei dem Porzellan und nur an den Kanten oder kaum
rchscheinend. Das feine weisse Steinzeug unterscheidet sich nur durch Abwesenheit
r durchscheinenden Eigenschaft äusserlich von dem Porzellan. Das feine weisse
einzeug besteht in der Masse aus plastischem, weiss brennendem, weniger feuer-
ständigem Thon mit Zusatz von Kaolin und Feuerstein und einem feldspathartigen
neral als Flussmittel. Die Glasur enthält Bleioxyd und Borax und ist durchsichtig.
is Flussmittel ist in dem Steinzeug stets in grösserer Menge vorhanden als in dem
rzellan und macht gewöhnlich mehr als die Hälfte des Gewichtes der Masse aus;
s Steinzeug wird daher bei niedrigerer Temperatur gebrannt. Da die Masse zum
ieil aus plastischem Thone besteht, so ist sie weit bildsamer als die Porzellanmasse
. 1893, 715).

Das weisse oder gefärbte unglasirte Steinzeug oder Wedgwood besteht in
r Masse aus plastischem, weniger feuerbeständigem Thone, Kaolin, Feuerstein und Cornish
ne, ist weit leichtflüssiger als Porzellan und erfordert daher einen geringeren Hitzegrad zum
ennen. Das farbige Steinzeug wird in der ganzen Masse, oder nur oberflächlich durch eine
legung mit einer Schicht von sog. Angussfarben gefärbt; das Angiessen geschieht besonders
den blauen und grünen Massen. Die gefärbten Wedgwoodwaaren sind unter den Namen
gyptian, Bamboo, Basaltgut, Biscuitgut, Jaspisgut u. s. w. bekannt.

Das gemeine Steinzeug gehört noch zu den Thongeschirren mit verglaster Masse,
ren halbgeflossener Zustand jedoch nur durch eine stärkere Einwirkung des Feuers auf die

nicht vollständig feuerbeständige Thonmasse bewirkt wird. Die Masse besteht hauptsäch[illegible] aus plastischem Thone, zum Theil mit einem Gemengtheile, der sich im Feuer wenig oder n[illegible] zusammenzieht und die Schwindung des Thones vermindert, z. B. feinem Sand oder gemahle[illegible] Scherben von gebranntem Steinzeug. Geschirre aus Steinzeug vertragen plötzlichen Tempera[illegible] wechsel schlecht und eignen sich deshalb nicht als Kochgeschirre, dagegen sind sie vortreffl[illegible] wenn es sich um besondere Reinhaltung und eine gewisse chemische Beständigkeit der M[illegible] oder um eine beträchtliche Stärke handelt. Daher ihre Anwendung zu Mineralwasserkrüg[illegible] Säureflaschen, Gefässen zu chemischem Gebrauche, Gefässen zum Einmachen der Früchte[illegible] Essig und Salz u. s. w. Die Farbe des gemeinen Steinzeuges ist meistens grau [1]).

Steinzeug für grosse chemische Gefässe besteht aus (J. 1895):

Thon, fett	6
Thon, mager	11
Sand, weiss, fein	3
Pechstein, gemahlen	1,5
Feldspath, „	0,5

Steinzeug, feines, für chemische Geräthe:

Thon, fett	6
Quarz, calcinirt, fein gemahlen	2,5
Pechstein, desgl.	1,75
Feldspath, desgl.	0,50

Meist wird weniger Werth auf eine absolute Säurebeständigkeit, als auf die phy[illegible] kalische Beschaffenheit und mechanische Widerstandsfähigkeit gelegt. So werden beispielswe[illegible] die Tourrils vorgezogen, welche einen guten Puff vertragen können, vorausgesetzt, dass [illegible] Scherben so dicht ist, dass die Säure nicht durchschwitzt. Chlortöpfe und Kühlschlang[illegible] sollen wenig empfindlich gegen Temperaturwechsel sein. Drucktöpfe (Montejus) sollen wie[illegible] widerstandsfähig gegen Druck sein. Alle Anforderungen, welche also an säurebeständige [illegible] fässe gestellt werden, sind mehr physikalischer als chemischer Natur. Erst in neuerer Zeit w[illegible] auch eine grössere Säurebeständigkeit verlangt und besonders von Fabriken, welche die zu Gl[illegible] strümpfen erforderlichen seltenen Erden fabriciren. Diese Erden sollen möglichst frei v[illegible] Kieselsäure und Thonerde sein, weil diese Stoffe die Dauer der Strümpfe beeinträchtigen. [illegible] Frage, ob es wirklich säurefeste Gefässe gibt, ist zu verneinen, sobald thonhaltige Gefässe [illegible] Frage kommen. (J. 1897.)

Der zur Herstellung chemischer Apparate verwendete Steingutthon von Devonsh[illegible] und Dorsetshire besteht aus:

Kieselsäure	72,23	74,34
Thonerde	23,25	20,32
Eisenoxyd	2,54	1,34
Kalk	Sp.	0,06
Magnesia und Alkalien	1,78	3,92

In der Regel wird die Salzglasur (S. 741) verwendet:

$$2\,NaCl + SiO_2 + H_2O = Na_2SiO_3 + 2\,HCl.$$

Nur zur Glasirung enghalsiger Gefässe wird eine eigentliche Glasurmischung verwend[illegible] empfohlen (J. 1891, 783) werden folgende:

Kieselsäure	61,8	65,1
Kalk	13,5	13,7
Thonerde	10,8	13,1
Alkalien	11,1	7,2
Eisenoxyd	0,8	0,9

Brennöfen. Für gemeines Steinzeug und für gewöhnliche Töpferwaare ve[illegible] wendet man meist liegende Brennöfen. Das gemeine Steinzeug wird unmittelb[illegible] der Einwirkung des Feuers ausgesetzt (J. 1889, 809).

---

1) Wirthschaftlich wichtig sind die sog. Coblenzer Geschirre (aus Höhr, Grenzhause[illegible] Baumbach im Krugbäckerland bei Vallendar). Man unterscheidet „Krugbäcker", welche n[illegible] Krüge oder Mineralwasserflaschen liefern, von den „Kannebäckern", welche sich mit der Fab[illegible] kation von Bierseideln, Literkrügen und Haushaltungsgegenständen befassen.

Zum Brennen glasirter Thonwaaren ist nach Seidel (J. 1891) der uerherd *a* (Fig. 577) mittels eines Gewölbes überdacht, während der unter den entlichen Brennraum *b* des Ofens führende Kanal *c* an seinem dem Feuerherd zuchst liegenden Ende ebenfalls bei *d* gewölbt ist. Durch diese Wölbung bez. Einnürung wird erzielt, dass die Feuergase vor ihrem Uebertritt in Kanal *c* eine mehr-

Fig. 577.

che Wirbelbewegung machen müssen. Der Kanal *c* wird durch eine aus einzelnen atten zusammengesetzte Decke *e* abgedeckt, welche auf den mit Durchgangsöffnungen rsehenen Trägern *f* ruhen. Zur Sicherung einer allseitigen Umspülung des Brennumes sind am Boden des Kanals *c* und in den Seitenwänden genannten Raumes eine nzahl von Durchgangsöffnungen *g* vorgesehen, durch welche die Heizgase in den den ennraum umgebenden Spalt *h* übertreten können. Die durch den Spalt *h* hindurchhenden Gase treten seitlich aus und ziehen in Gemeinschaft mit den durch den anal *c* streichenden Gasen über die Decke *k* des Brennraumes *b* nach dem Kanal *l* d dem Schornstein *R*. Letzterer kann sich auch unmittelbar an das verlorene Ende r Decke *k* anschliessen. Die in Folge der Umspülung der Heizgase aus dem in der honwaare enthaltenen Kalk und aus den Glasuren sich entwickelnden Salzdämpfe und deren Niederschläge entweichen durch einen in der Decke *k* gelassenen Spalt *X*, der h über die gesammte Breite des Brennraumes erstreckt.

Um einestheils dieses Abziehen der Salzdämpfe und anderen Niederschläge aus r Thonwaare, welche bis zu einer gewissen Höhe den Brennraum *b* anfüllt, zu behleunigen, gleichzeitig aber von vornherein einen gleichmässigen Zug im Brennraum sichern, ist unterhalb des Kanals *c* ein im Zickzackwege hin- und hergeführter Luftnal *m* in das Mauerwerk eingebaut, welcher Kanal in seinem vorderen Ende in einen ftdicht abschliessenden und regelbaren Deckel *D* endigt, an seinem anderen Ende in n Brennraum dergestalt mündet, dass die aus dem Kanal *m* austretende heisse Luft in elen Strahlen quer durch den Brennraum hindurchstreicht. Zu diesem Zweck ist die ustrittsmündung des Kanals *m* von einer mit durchbrochenen Wänden versehenen aube *n* überdeckt, welche hinter einer mit gitterartigem Ziegelwerk *o* durchbrochenen and sich befindet. Die gitterartigen Durchgangsöffnungen sind für gewöhnlich von ner von aussen wegnehmbaren Platte *s* überdeckt. Zu bemerken ist noch, dass die ecke *k* mit einer Anzahl Abzugsöffnungen *z* versehen ist, welche durch Ofenkacheln, ren Rumpf an der einen Seite abgeschlagen ist, überdeckt werden, so dass die Salz-

dämpfe ebenfalls einen freien Ausgang finden, ohne dass die über die Decke *k* streichenden Gase in den Brennraum *b* eintreten können. Erkennt man durch Oeff des Schauloches *p*, dass die Waare in Rothglut übergegangen ist, so reisst man, nach man vorher den Deckel des Luftkanals *m* luftdicht abgeschlossen und verklebt hat, aussen durch Stange *q* den Stein oder die Platte *s* weg, so dass die reine und stark o dirende Flamme aus dem Kanal *c* quer durch den Ofen geleitet wird.

Die Sohlenanlage für Steinzeugöfen von Merkelbach (J. 1887) bes aus senkrecht eingemauerten Platten *m* (Fig. 578), welche so angeordnet sind, sie abwechselnd die Feuerkanäle *g* die Räume *J* zum Einsetzen von Steinz zwischen sich lassen. Auf diese stehen Platten *m* werden die durchlöcherten Plat *i* und Kehlsteine *k* aufgelegt, um e Unterlage für das weiter einzusetze Steinzeug zu bilden.

Fig. 578.

Man führt das Glasiren meist dadurch dass man, wie S. 741 erwähnt, während Brennens Kochsalz in den Brennofen wirft. Glasiren wird erst gegen das Ende des Bran vorgenommen, wenn die Temperatur im C möglichst hoch ist. In dem liegenden Ofen ist eine Anzahl von Oeffnungen in dem Gewö angebracht, durch welche die Arbeiter das Kochsalz einwerfen. Nach dem Einbringen Kochsalzes verschliesst man die Oeffnungen einige Zeit lang, worauf die zweite Hälfte Koch eingebracht wird. Ein Ofen von mittlerer Grösse verlangt etwa 40 bis 50 k Kochsalz. Die erhaltene Glasur (Natrium-Aluminiumsilicat) ist fast farblos und die Geschirre zeigen dann Farbe ihrer Masse.

Unter dem Namen Terralith und Siderolith werden von Villeroy & Boch Mettlach Thonwaaren verfertigt, welche zwischen Steinzeug, Steingut und gewöhnlicher Töp waare in der Mitte stehen, aber mit keiner Glasur, sondern mit einem starken, einfach gefärb oder bronzirten Firnissüberzug versehen sind. Solche Geschirre können, da die Farbe Masse durch die Lackirung versteckt wird, aus gefärbten Thonen hergestellt werden, welche m genau so wie die Masse in den Steingutfabriken behandelt.

Fayence[1]). Die Masse der zu der Fayence zu rechnenden porösen Thonwaa ist undurchsichtig, von mehr oder weniger lockerem Gefüge und wenig oder ni klingend. Sie besteht wesentlich aus plastischem Thone oder einem Gemenge v diesem mit gemeinem Töpferthone. Die feine Fayence (Halbporzellan) besteht der Masse wesentlich aus plastischem Thone, versetzt mit gemahlenem Quarz o Feuerstein, mit Kaolin oder Pegmatit. Die Gemengtheile der feinen Fayence sind gewählt, dass sich die Masse vollkommen oder fast weiss brennt; sie erhalten ei durchsichtige, farblose Glasur, so dass die Farbe der Geschirre die durch die Glas hindurchgehende Farbe der Masse ist. Die Zusammensetzung der Glasur ist daher nach der Natur der Masse und der Bestimmung des Geschirres sehr verschieden (v J. 1885, 597; 1891, 788).

Die ordinäre Fayence (Steingut) besteht aus einem Gemenge von plastischem Th und Mergel oder Quarzsand. Sie enthält 15 bis 25 Proc. Kalk, welcher bei der niederen Bren temperatur seine Kohlensäure nur zum Theil verliert, so dass sie im gebrannten Zustande, m Säuren übergossen, aufbraust. Ihr Gefüge ist locker, ihre Farbe in Folge eines Eisenoxy

1) Die Fayence hat ihren Namen von der Stadt Faenza in Mittelitalien. Im 9. Jahrhund verfertigten die Araber in Spanien schon Fayence, von dort kam sie nach der Insel Major (früher Majolika genannt), woher auch der Name Majolika für Fayence stammt und i 13. Jahrhundert nach Italien, wo die Majolikaindustrie vom 15. Jahrhundert ab zu hoher Blüt sich entwickelte, mit dem 17. Jahrhundert aber abzunehmen begann. Im 16. Jahrhundert wurd auch in Deutschland, namentlich in Nürnberg, Gefässe und Oefen aus Fayence hergestellt.

[h]altes stark gelb, so dass die gemeine Fayence mit einer undurchsichtigen Glasur überzogen [we]rden muss. Die Glasurmasse wird meist aus einer Mischung von Sand, Äscher (Gemenge [vo]n Blei- und Zinnoxyd) und Kochsalz hergestellt (vgl. J. 1887, 815).

Die Fayence wird ebenso wie das Porzellan zweimal gebrannt, das erste Mal ohne, das [zwe]ite Mal mit Glasur; bei der Fayence ist aber der erste Brand der stärkste. Das Brennen der [Fa]yence erfolgt in Kapseln oder in oben und unten offenen Cylindern (Koken), in welchen man [die] zu brennenden Geschirre mit Hilfe von Pinnen befestigt. Das hartgebrannte Fayencegeschirr [wi]rd sofort glasirt, indem es in die mit Wasser zu einer dünnen Schlempe angerührte Glasur [ein]ige Augenblicke getaucht wird.

Als bleifreie Glasur für bessere Steingutgefässe benutzt man für die Innenseite eine [we]isse Angussmasse, die aus 40 Th. weissem Thon, 15 Th. feinem Kies, 15 Th. feingemahlenen [Po]rzellanscherben und 20 Th. Feldspathpulver hergestellt wird. Die lederhart getrockneten [Ge]schirre werden zuerst in die braune Glasurmasse bis zum Rande getaucht, wieder getrocknet [un]d dann weiss ausgegossen. Man bringt dann die Gefässe in die Kuppel des Ofens zum Ver-[glü]hen. Die Glasur für die Innenseite besteht aus 11 Th. Feldspath, 15 Th. gebranntem Kies, [..]h Porzellanscherben, 9 Th. kohlensaurem Kalk und 3,5 Th. gebranntem Kaolin. Die Geschirre [we]rden hierauf innen glasirt, etwa auf die Aussenseite gelangte Glasur durch Abbürsten entfernt [un]d dann in Kapseln gebrannt. Der obere Rand ist ebenfalls glasirt. Das Abkühlen erfolgt wie [vor]her im geschlossenen Ofen. — Zur Herstellung einer billigen porzellanähnlichen Waare mit [bra]uner Aussenglasur bereitet man sich eine Masse aus 48 Th. Kaolin, 6 Th. Porzellanmehl, [..] Th. gebranntem weissem Kies und 6 Th. Feldspath. Das Glasiren von Aussen erfolgt auch [in] diesem Falle vor dem Brennen mit der braunen Glasur, der Boden der Gefässe wird natürlich [vo]n der Glasur befreit und dann die Waare bei abgehendem Feuer verglüht. Da die Masse schon [we]iss ist, so ist eine weisse Angussmasse bei dieser Waare nicht erforderlich, und es kann die [ve]rglühte Waare innen mit der angegebenen weissen, durchsichtigen Glasur ausgegossen werden. [Da]s Ausbrennen erfolgt in Kapseln bei starkem Steingutfeuer.

Nach Schmelzversuchen von Seger (J. 1889) mit bleifreien Glasuren erfordern die [ka]lkhaltigen Glasuren auch hohen Thonerdegehalt. Man wird bei den kalkthonerdehaltigen [Gl]asuren, mit den anzuwendenden Fritten zwischen den Grenzen

$$0{,}6\,(K_2O,\ Na_2O),\ 0{,}8\,CaO,\ 1{,}0\,Al_2O_3,\ 0{,}8\,SiO_2,\ 0{,}5\,B_2O_3$$

[un]d

$$2\,(K_2O,\ Na_2O),\ 1{,}6\,CaO,\ 1{,}2\,Al_2O_3,\ 1{,}0\,SiO_2,\ B_2O_3$$

[ble]iben müssen, wenn man eines Erfolges sicher sein will, und nicht über die Goldschmelzhitze [be]im Aufbrennen der Glasuren hinübergehen darf. Ein Hinderniss für die Anwendung kalkthon-[er]dehaltiger Glasuren bilden einmal der hohe Schmelzpunkt der Fritten, der ein Einschmelzen [de]rselben in dem stärksten Feuer der Rauhbrände nöthig macht, ferner auch dass die bisher für [da]s Einschmelzen der Fritten benutzten Oefen, die sich selbst entleeren, nicht werden verwendbar [sei]n, da die stark thonerdehaltigen Flüsse sehr zähflüssig sind, und die Fritten schlecht abfliessen [we]rden. (Vgl. J. 1896, 706.)

Nach Rix (J. 1899) liegt die Zusammensetzung bewährter bleifreier Glasuren [zw]ischen den Grenzen

$$\left.\begin{matrix}0{,}2\,K_2O\\0{,}8\,CaO\end{matrix}\right\}\ 0{,}6\,Al_2O_3\ \left\{\begin{matrix}5{,}0\,SiO_2\\1{,}0\,B_2O_3\end{matrix}\right.\quad \text{und}\quad \left.\begin{matrix}0{,}3\,K_2O\\0{,}7\,CaO\end{matrix}\right\}\ 0{,}5\,Al_2O_3\ \left\{\begin{matrix}4{,}0\,SiO_2\\0{,}5\,B_2O_3\end{matrix}\right.$$

Hierbei entsteht stets eine klare Glasur. Verdoppelt man jedoch die Borsäuremenge, so [fin]det eine Trübung statt, und verdoppelt man die Menge dann nochmals, so entsteht ein milch-[we]isses Glas. Für das Verhältniss der Basen ist die Grenze $0{,}2\,K_2O : 0{,}8\,CaO$, da mehr Kalk in [dies]en Fällen eine Trübung hervorruft.

Für die Herstellung transparenter farbiger Emails gibt Deck[1]) Vorschriften:

1) Fluss oder durchsichtige Glasur

	a. härter	b. weicher
Mennige, chem. rein . . .	30	35
Quarzsand, reinster . . .	50	45
Potasche	12	12
Sand	8	8

2) Lapis-Lazuli-Blau

Fluss . . .	95
Kobaltoxyd .	0,7
Kupferoxyd .	4,3

3) Türkis-Blau

Fluss . . .	93
Kupferoxyd .	7

4) Dunkel-Violett

Fluss . . .	92,4
Manganoxyd	9
Kobaltoxyd .	0,6

1) Deck: La Faïence (Paris 1887).

5) Grün

Sand	35
Mennige	55
Potasche	5
Borax	5
Kupferoxyd	4

6) Dunkel-Seladon, Oliven-Grün

Fluss	89
Kupferoxyd	3,4
Manganoxyd	2,5
Eisenoxyd	6,1

7) Ocker-Gelb

Fluss	45
Eisenoxyd	10
Sand	20
Mennige	25

Man schmilzt diese Mischungen in guten hessischen Tiegeln, giesst sie aus und mahl[t] sehr fein. Leicht ist unter Benutzung der einfachen Formeln und Verwendung weiterer O[xyd]farben die Anzahl der farbigen Glasuren zu vermehren und man kann die Färbungen der einze[lnen] Glasuren dadurch heller stimmen, dass man mehr Fluss, d. h. wasserhelle Glasur hinzufügt. (J. 1896, 717.)

Zartrosa erhält man mit Gold (J. 1891, 791). — Roth mit Chromoxyd (J. 1891, 787). Zur Herstellung eines brauchbaren Pinkpräparates wird 1 Th. dichromsaures Kalium [mit] etwas Wasser und Alkohol in einer Schale feinst gerieben, indem man nach und nach 8[...] Marmormehl und 1,65 Th. reines Zinnoxyd zusetzt, und die fast trocken gewordene Misch[ung] auf das Innigste zusammenreibt. Diese Mischung gibt man in flache, unglasirte Schüsseln [in] 3 bis 4 cm hoher Schicht und setzt sie in einer Kapsel dem Majolika- oder Steingutglattbra[nd] aus. Die dann gebildete, braunviolette Masse wird mit salzsäurehaltigem Wasser gewasc[hen,] getrocknet, ein zweites Mal im Ofen geglüht und wieder mehrmals gut ausgewaschen. [Zum] Verdünnen dient folgender Versatz: 2 Th. reines Zinnoxyd, 2 Th. feinst gemahlener Quarz [und] 1 Th. Marmormehl oder Schlämmkreide gemischt und in Gefässen ebenfalls dem Majol[ika-] oder Steingutglattfeuer ausgesetzt (vgl. J. 1891, 790). Dunkelroth erhält man aus 5 [Th.] des trockenen Pinkpräparates und 7 Th. des obigen Versatzes, die auf einer Mühle auf[s] Feinste gemahlen, nochmals gewaschen und getrocknet werden. Das hellviolette Präparat [ist] für Majolikafarben sofort zu verwenden. Soll dasselbe zur Erzeugung einer Fondfarbe die[nen,] also besser decken, so versetzt man 5 Th. Pinkpräparat mit nur 5 bis 6 Th. Fluss. — Purp[ur:] 8 Th. Dunkelroth und 1 Th. RKO (reines Kobaltoxyd) feinst gemahlen. — Den Majolikafl[uss] frittet man aus einem innigen Gemenge von 22,5 Th. Quarzmehl, 18,5 Th. krystallisirtem Bo[rax,] 30,5 Th. Mennige, 16,5 Th. Feldspathmehl, 5,0 Th. Kaolin und 7,0 Th. Schlämmkreide. — [Um] genanntes Dunkelrothpräparat für eine rothe Steingutglasur oder Steingutscharffeuerfa[rbe] verwenden zu können, setzt man es dem Glattofenfeuer aus, wobei es eine schöne lichtrothe Fa[rbe] annimmt. — Eine dunkelrothe Glasur kann man herstellen aus: 70 Th. Steingutglasurfri[tte,] 15 Th. Feldspath, 15 Th. Mennige und 10 bis 12 Th. geglühtem Dunkelroth. — Die Steing[ut-]glasurfritte erhält man aus: 25 Th. Mennige, 35 Th. Quarzmehl, 10 Th. krystallisirtem Bo[rax,] 12 Th. Kaolin und 18 Th. Schlämmkreide (J. 1889, 821).

Das Bedrucken der Fayence geschieht vor dem Auftragen der Glasur und zwar meis[t] Schwarz, Blau oder Pink. Für Schwarz wendet man ein Gemenge von Hammerschlag, Bra[un]stein und Kobaltoxyd oder Chromschwarz an, für Blau Kobaltoxyd, welches man, je nach [der] helleren oder dunkleren Farbe, die man erzielen will, mit Feuerstein und Schwerspathpul[ver] versetzt; das Gemenge wird gefrittet, die Fritte dann gemahlen und mit einem Fluss, aus gleic[hen] Theilen Flintglas und Feuerstein bestehend, versetzt.

Lüster. Eine sehr beliebte Decoration der Fayence wird dadurch hervorgebracht, d[ass] man derselben einen zarten metallischen Anflug gibt, welcher seinen Glanz allein durch [das] Brennen erhält, während dickere Metallschichten den Glanz erst nach dem Brennen durch [das] Poliren erhalten. — Goldlüster wird häufig zum Verzieren der Fayence gebraucht. Bu[r]goslüster ist Goldlüster, in sehr zarter Lage aufgetragen; dieser Lüster bedingt zugleich e[ine] rosenrothe Färbung der Glasur und gewährt demnach die doppelte Wirkung von Farbe und Go[ld]glanz. — Platinlüster wird durch Mischen von wasserfreiem Platinchrorid mit Lavende[löl] oder einem andern ätherischen Oele, oder mit Schwefelbalsam erhalten. — Silberlüster [ist] gelb. — Zur Erzeugung der Lüsterfarben wendet man die Metallresinate an, die man [in] Lavendel- oder Baldrianöl gelöst aufträgt und einbrennt.

Thönerne Pfeifen. An die Fayencefabrikate schliessen sich die Thonpfeifen (kölnisc[he] Pfeifen)[1]) an. Man verwendet zu ihrer Fabrikation Pfeifenthon, der eine schöne wei[sse] Farben haben, keine Eisentheile, keinen Sand und kein Calciumcarbonat enthalten und s[ich] weiss brennen soll.

---

1) Die Fabrikation der kölnischen Pfeifen hat sich in der Umgegend von Coblenz c[on]centrirt. Im Jahre 1879 betrug die Production daselbst 22 Millionen Stück und beschäfti[gte] gegen 300 Arbeiter. Zu 6 Mark das Tausend werden sie in ganz Europa, mehr noch in Ameri[ka] abgesetzt.

Kühlkrüge. Die Kühlkrüge oder Alcarrazas haben eine vasenähnliche Gestalt und e Bestimmung, Flüssigkeiten, besonders Wasser abzukühlen. Füllt man ein solches Gefäss t Wasser, so sickert ein Theil der Flüssigkeit durch die Poren der Wände und verdunstet an r äusseren Fläche. Die Porosität dieser Gefässe wird theils durch schwaches Brennen, theils rch Beimengung von Stoffen, die beim Brennen zerstört werden, theils auch durch Zusatz von ochsalz, welches nach dem Brennen ausgelaugt wird, hervorgebracht.

Töpfergeschirr. Für das gemeine Töpfergeschirr werden verschiedene Thonarten gewendet, welche leicht und in der Nähe zu haben sind.

Für die sogenannte Weisstöpferei wendet man gewöhnlich den gemeinen Töpferthon an, r die Brauntöpferei, zu welcher das Bunzlauer Geschirr gehört, benutzt man einen ziemlich nerbeständigen Thon.

Man findet zuweilen Thone, welche sich nach dem Durcharbeiten im natürlichen Zustande rarbeiten lassen, weil sie schon an und für sich Sand enthalten. Das Oberlausitzer öpfergeschirr wird z. B. ausschliesslich aus Thon vom Thonberge bei Kamenz in Sachsen rgestellt; dieser Roththon ist theils fett, theils mager; beide Arten werden in den Sümpf- uben, in welche der Thon unmittelbar vom Thonberge, um eingeweicht zu werden, gebracht rd, gemischt und zwar $^2/_3$ magerer mit $^1/_3$ fettem Thon. Die fertigen Geschirre werden mit ehmbeguss überzogen, getrocknet und frei im Ofen gebrannt (J. 1889, 821).

Wo derartige Thone nicht vorkommen, ist man genöthigt, zu dem Thon Zusätze zu machen n Sand, Feuerstein, Kreide u. dgl. Das Töpfergeschirr wird auf der Drehscheibe geformt, r gedrehte Gegenstand wird lufttrocken gemacht und dann glasirt. Da diese Thonwaaren bei hwachem Feuer gebrannt werden, so muss die Glasur leichtflüssig sein; eine solche ist die leiglasur, ein Aluminiumbleiglas, welches aus feingepulvertem Bleiglanz (Glasurerz) d Lehm (Thon und Sand) zusammengesetzt ist. Wenn das Bleioxyd im richtigen Verhältniss r Kieselsäure des Thons angewendet wurde, so ist das entstehende Bleiglas in den gewöhn- chen, in der Haushaltung vorkommenden organischen Säuren nicht löslich und die Bleiglasur lässig. Ist hingegen ein Theil des Bleioxydes mit der Kieselsäure nicht verbunden, so löst ch ein Theil des Bleies schon im heissen Essig; die Benutzung von mit solcher Glasur ver- henem Geschirr ist sehr bedenklich. Man verwendet daher vielfach bleifreie Glasuren, z. B. durch geeignete Anwendung von Wasserglas oder einem Gemisch davon mit Calcium- rat (J. 1883, 615). — Empfehlenswerth sind die Thonglasuren (vgl. auch S. 749).

Die zu brennenden Geschirre werden ohne Kapseln gebrannt. Nach der Feuerung hin mmen die Geschirre auf fusshohe Unterlagen (Brennscherben), weiter nach einwärts stellt an sie auf die mit Sand bestreute Ofensohle. Zuerst macht man schwaches Feuer und verstärkt nur allmählich. Das Vorfeuer währt 11 bis 12 Stunden, das Scharffeuer 4 bis 5 Stunden. twa 18 bis 24 Stunden nach beendigtem Brennen können die gebrannten Geschirre aus dem fen entfernt werden.

Backsteine, Ziegel. Die Fabrikation der gebrannten Steine aus Thon beschäftigt ch mit der Herstellung von Backsteinen (Mauerziegel oder Barnsteine), Dachsteinen, flasterziegeln (Fliessen) und Terracotten.

Terracotta. Unter Terracottwaaren versteht man in der weitern Bedeutung des Wortes ebrannte, unglasirte Gegenstände von gelb- oder rothgebranntem Thone, demnach auch die iegel- oder Backsteine; im engern Sinne braucht man dagegen nur den Namen Terra cotta, n zu Bildwerken und Bauornamenten (Spitzbogenfenster, Portalverzierungen, Kreuzblumen, osetten u. dgl.) bestimmte gebrannte Thongegenstände zu bezeichnen.

Ziegel. Es lassen sich aus sehr verschieden zusammengesetzten Thonen Back- eine von der erforderlichen Beschaffenheit herstellen, vorausgesetzt, dass man beim rennen die zweckmässigste Temperatur anwendete (vgl. S. 735). Glimmer, Feldspath, owie Eisenoxyd wirken als Flussmittel und sind daher bis zu einem gewissen Grade her nützlich als schädlich, weil sie das Zusammensintern der Masse beim Brennen be- rdern. Kieselgerölle, gröbere Stücken von kohlensaurem Calcium und Gypskrystalle nd hinderlich.

Das Formen der Backsteine, Dachziegel u. dgl. geschieht theils durch Handarbeit, össtentheils aber durch Maschinen.

Das Brennen der an der Luft getrockneten Backsteine oder Ziegel geschieht in eilern (Feldbrennerei) oder Oefen.

Immer mehr Verbreitung finden die Ziegelöfen mit ununterbrochen Brande (continuirliche Brennöfen). Bahnbrechend waren die Ziegelöfen von Ho mann und Licht. Der Ringofen von Hoffmann zeigt meistens ein 3 bis 4 hohes, glattes, oben flaches Gebäude, dessen Aussenmauern mit Böschung versehen si Aus der Mitte dieses Bauwerkes steigt gewöhnlich der Schornstein auf, welcher jed auch ausserhalb des Ofens angebracht werden kann. Das Ganze ist zum Schutze ge schädliche Einflüsse der Witterung leicht überdacht. Der Ofen selbst kann rund, o oblong, drei- oder viereckig, selbst hufeisenförmig gestaltet sein. Der Brennraum ein überwölbter, in sich selbst zurückkehrender Kanal (Fig. 579). Derselbe hat seiner Decke eine grosse Anzahl gleichmässig vertheilte Oeffnungen: die Heizlöch Eine bewegliche Wand (auch Schieber genannt) ka nun, den ganzen Brennraumquerschnitt ausfüllend, den Kanal so eingesetzt werden, dass jedesmal Rechten derselben vorne eine Thüröffnung, zur Link derselben hinten ein Rauchabzug sich befindet. Neu dings verwendet man statt des äusseren Schiebers Pap welches — sobald das Feuer in eine Kammer v schreiten soll — durch eine angebrachte Schnur z reisst. Alle äusseren Thüröffnungen und alle Rau abzüge können verschlossen werden. Ist der Qu schnitt des Ofens durch Einführung der beweglich Wand an einer Stelle geschlossen (Fig. 579), welc zur Rechten eine Thüröffnung in der Aussenwand Ofens hat, zur Linken auf der hintern Wand des Kan ein Rauchabzug, ferner diese Eingangsthüre und der Rauchabzug geöffnet, a übrigen Eingangsthüren der äussern und alle übrigen Rauchabzüge der hintern Ofe wand geschlossen, so geht die Luft durch eine geöffnete Thür in den Brennraum, durc zieht diesen seiner ganzen Länge nach bis auf die andere Seite des Schiebers, tritt h durch den geöffneten Rauchabzug in die Rauchkammer ein, um aus dieser in d Schornstein abzuziehen (Fig. 579).

Fig. 579.

Wenn die der offenen äusseren Thüre zunächst stehenden Waaren am meisten u der Art abgekühlt sind, dass sie zum Herausziehen tauglich, so kann man sie dur frische ungebrannte Waare ersetzen; der Abschluss des Ofens geschieht darauf an d nächsten, nach rechts liegenden Eingangsthüre und hinter den frisch gesetzten Waar durch Versetzen der beweglichen Wand um diese Länge, sog. Kammer. Diese Thü wird dann geöffnet, dagegen die früher offene geschlossen; ebenso wird der nächs Rauchkanal geöffnet, dagegen der früher geöffnet gewesene geschlossen und zu gleich Zeit wird auch das Feuer um die Länge der Abtheilung vorgeschoben. Durch stet Wiederholen dieses Vorgangs macht das Feuer die Runde im Ofen, gleichzeitig find das Ausziehen fertig gebrannter und das Einsetzen frischer Waare rings um den Of herum ebenfalls ohne Unterbrechung statt.

Nach Versuchen des Verf. (J. 1878, 646) betrug z. B. die Dauer eines Brand für die 14 Kammern eines Ringofens nur 7 bis 8 Tage, das Feuer schritt demna rasch vor. Während des Versuches waren die Schürlöcher der 14. Kammer z rascheren Abkühlung geöffnet, Kammer 3 war im Vollfeuer und aus 7 und 8 wurd die Gase abgesaugt. Die höchste Temperatur betrug hier 1057°, während die Ga mit 108 und 172° entwichen. Die Schaulinie (Diagramm) Fig. 580 zeigt das A wachsen und Abnehmen der Temperatur. Der Verf. zeigte ferner, dass der Kohle säuregehalt der vom Boden abgesaugten Gase wesentlich grösser ist als unter dem G wölbe, sodann, dass Kohlenoxyd nur auftritt, wenn die Gase unmittelbar von den ei

streuten Kohlen entnommen werden. Da somit bei Ringöfen selbst vorübergehend um von reducirender Feuerung die Rede sein kann, wodurch die durch schwefelltige Kohlen veranlassten Missfärbungen beseitigt würden (vgl. S. 729), so sind im

Fig. 580.

llgemeinen im Ringofen reinfarbige Verblendsteine schwieriger herzustellen als in deren Oefen. 1000 Ziegelsteine erforderten 180 k westfälische Grusskohle mit) Proc. Asche.

Der Ringofen kann für einen sehr grossen, aber auch für einen kleinen Betrieb eingerichtet erden. So liefern die kleinsten bis jetzt erbauten Ringöfen täglich etwa 2500 Ziegelsteine, ährend die grössten in derselben Zeit 30 000 bis 40 000 Steine brennen.

Ueber die Kosten der Ringöfen macht Düberg (J. 1889) Angaben. Auf 1 cbm nutzbaren rennraum rechnet man 300 Backsteine deutsches Normalformat 25 × 12 × 6,5 cm (J. 1897, 724).

Die Ringöfen sind vielfach abgeändert[1]). Um z. B. die Gase in auf- bez. abeigender Richtung durch die einzelnen Kammern streichen zu lassen, dienen in der ıgrichtung verlaufende offene, durch Platten *h* (Fig. 581 und 582) ganz oder theileise abgedeckte Kanäle *g*. Dieselben können am Ende jeder Kammer durch

Fig. 581. Fig. 582. Fig. 583.

chieber *i* abgesperrt werden. Ferner sind in den rennungswandungen *t* der einzelnen Kammern nahe dem ammergewölbe durch Schieber *m* absperrbare Kanäle *k* ıgeordnet (J. 1899, 686).

Nach Neudecker (J. 1897) können die einzelnen ı einem System vereinigten Ofenringe *abc* (Fig. 583) durch entsprechende Anordnung on Brandmauern *A* von einander getrennt werden. Je nach der Art der Trennung ez. Verbindung unter einander können sie entweder sämmtlich oder zum Theil unabängig von einander, jeder für sich betrieben oder in der Art mit einander vereinigt

1) J. 1889, 804; 1890, 754; 1891, 785; 1892, 644; 1893, 713; 1894, 757; 1896, 708; 1897, 23; 1898, 715; 1899, 684.

werden, dass ein einziger Brennkanal entsteht, in welchem der Betrieb u. U. ı mehreren Feuern geführt werden kann.

Unter den in neuerer Zeit aufgetauchten Brennöfen ist der von Bock construi Kanalofen erwähnenswerth[1]). Die zu brennenden Ziegel u. dgl. werden auf R wagen den abziehenden Feuergasen entgegen bis an die Feuerstelle geführt, dort gebrannt und geben im weiteren Durchfahren des Kanals ihre Wärme an die ihnen e gegenströmende Verbrennungsluft ab. Das Vorschieben der Wagen veranlasst Schwierigkeiten.

Als grosser Fortschritt ist die Einführung der Gasfeuerung zu begrüssen Bei dem Ringofen mit Gasfeuerung von Escherich strömt das in den Ge ratoren *G* erzeugte Gas von den Kanälen *v* aus in die aus Hohlsteinen aufgebau Röhren *d* und tritt aus zahlreichen seitlichen 5 bis 20 mm weiten Oeffnungen, wo 3 bis 20 cm lange Flammen senkrecht zur Zugrichtung bildet (Fig. 584 und 58 Durch diese Vertheilung des Gases wird erreicht, dass die Waare selbst von

Fig. 584.

Fig. 585.

Flamme nicht berü wird und dass Zusammensetzung Gase im ganzen Qu schnitt des Brennka les die gleiche ist, dass verhältnissmäs leicht reine Farben erzielen sind. W man mit reducirend Flamme arbeiten, braucht man nur d Zutritt der Luft durch entsprechende Einstellung des Rauchventiles zu mässige Da der Eintritt des Gases und der Abzug des Rauches räumlich weit von einand getrennt sind, so war es möglich, den Ringkanal *R* gleichzeitig für Gas und Rau

1) J. 1875, 734; 1876, 675; 1877, 549; 1878, 653.

2) J. 1880, 490; 1881, 491; 1882, 627; 1884, 645; 1885, 603; 1887, 814; 1888, 81 1889, 806.

u verwenden, indem man diesen Kanal durch entsprechende Stellung der Wechsel-
lappe bei W einerseits mit den Generatoren G, andererseits mit dem Schornstein E
erbindet. Der aus dem Gase abgeschiedene Theer sammelt sich in den Behältern
T. Durch zahlreiche Querkanäle v steht nun der Ringkanal mit sämmtlichen Ofen-
ammern in Verbindung, ist jedoch selbst durch drei Glocken V in vier Abthei-
ungen getheilt, deren erste mit den Ofenkammern 1 bis 4, die zweite mit den
Kammern 5 bis 8 und die vierte mit den Kammern 13 bis 16 in directer Verbindung
teht. Durch Heben und Senken der Glocken kann man die Verbindungen zwischen
en Abtheilungen 1 und 2, 1 und 3, 4 und 3 u. s. w. beliebig herstellen und unter-
rechen, ferner durch entsprechende Stellung des Wechselapparates und der Glocken
ede Abtheilung des Ringkanales bald mit dem Generator, bald mit dem Schornstein in
Verbindung setzen. Dieselben Kanäle und Glocken, welche die Einführung und Ver-
heilung des Gases in den einzelnen Kammern bewirken, dienen auch zur Abführung
es Rauches; die ganze Anlage wird dadurch verhältnissmässig billig. Zu erwähnen
st schliesslich noch der Schmauchkanal S und die zwischen je zwei Reihen Pfeifen
ngebrachten Schaulöcher s. Ein derartiger Ofen in Kolbermoor für Ziegel gebraucht
ür je 1 cbm Brennraum 80 k Torf, ein anderer Ofen in Hartmannsdorf für je 100 k
gebrannten Kalk 33 k Braunkohle.

Mendheim in München erzielt für die Kammern von Gasbrennöfen mit
unterbrochenem Betriebe dadurch eine gleichmässige Temperaturvertheilung, dass er
durch die Ventilöffnungen a (Fig. 586 bis 588) einer jeden Ofenkammer Generatorgas
n den Kanal b und von hier mittels der Zweigkanäle c unter die Ofensohle treten lässt.
Hier tritt ein Theil desselben durch die Oeffnungen d in den mit Waare besetzten Ofen-
aum, nachdem noch unterhalb der Sohle erhitzte Luft aus den Kanälen z hinzugetreten
st und Flamme gebildet hat, welche zunächst von unten nach oben den Einsatz durch-

Fig. 586.

Fig. 587.

streicht; ein anderer Theil des Gases gelangt dagegen hinter die Feuerbrücken, welche
sich an beiden Widerlagswänden einer jeden Kammer befinden. Hier wird das Gas
mit der ebenfalls aus den Kanälen z austretenden heissen Luft zusammengeführt, um
oberhalb der Feuerbrücke oder ausserdem auch durch Oeffnungen o in letzterer als
Flamme in den Ofen und in der Richtung von oben nach unten durch den Einsatz ge-
führt zu werden. Der gesammte Abzug der Flamme aus der befeuerten Ofenkammer
findet durch Oeffnungen h statt, welche in der Mittellinie von deren Sohle gleich weit
von den beiden Feuerbrücken entfernt angelegt sind, so dass sowohl das aus den Feuer-
brücken, als auch das aus der Sohle des Ofens kommende Feuer, nachdem letzteres mehr

oder weniger hoch zwischen dem Einsatze emporgestiegen, vereinigt durch *h* und (Kanäle *i*, *v*, *w* und die Tellerventile *e* in den Kanal *f* der nächsten Kammer und dess Abzweigungen *z* geht. Derselbe Weg wird auch von den aus der zweiten zur dritt

Fig. 588.

Kammer u. s. f. abgehenden Rauchgasen, ebenso von der heissen Luft benutzt, welc aus den abgebrannten Kammern in die brennende Kammer zur Speisung der Flamm strömt. Der Ofen bewährt sich. (Vgl. J. 1886, 557; 1889, 806.)

Brennstoffverbrauch von Ziegelöfen. Hecht (J. 1899) stellte eine Anzahl b Beobachtungen zusammen. Darnach sind für 100 Steine im Ringofen 82 000 bis 130 000 w ve braucht (Temperatur etwa 950°), im Mendheim'schen Gasofen mit etwa 1440° 283 000 - Für Steine, welche gebrannt 3 k wiegen und beim Einsetzen 10 Proc. Wasser enthalten, si theoretisch erforderlich:

	1000 Normalsteine	1 cbm Ofenraum mit 300 Steinen
Bei 900°	832 410 w	249 852 w
„ 1000	924 900	277 614
„ 1100	1 017 390	305 375
„ 1200	1 109 880	335 837
„ 1300	1 202 370	360 898
„ 1400	1 294 860	388 659

Von Einfluss ist jedenfalls auch die Zusammensetzung der Thone auf den Brennsto verbrauch (J. 1884, 652). — Saure Gase aus Ziegeleien (J. 1896, 369; 1899, 116).

Feldziegeleien. Man formt aus den Steinen in derselben Weise, wie sie in eine Ofen eingesetzt werden, einen Haufen oder Meiler, bringt mehrere Feuerkanäle darin an u bekleidet den bis zu 50 000 Steine fassenden Meiler mit einer dünnen Lage Lehm. Auf jed Schicht der eingesetzten Backsteine kommt eine Lage zerkleinerte Steinkohle, darauf d nächste Steinschicht, dann wieder Steinkohlen u. s. f. Die in den Feuerkanälen befindliche Steinkohlen werden angezündet, von wo aus das Feuer sich nach und nach über den ganze Meiler erstreckt[1]).

Die Angaben über das Brennen der Steine mit Elektricität sind mit Vorsicht aufzu nehmen (J. 1893, 714; 1897, 723).

Klinker sind sehr scharf, bis zur halben Verglasung gebrannte Backsteine.

Dachziegel. Zur Herstellung der Dachziegel bedarf man eines besseren und sorg fältiger zubereiteten Thones als zur Herstellung der Mauerziegel. Will man den Ziegeln ein ins Graue gehende Farbe ertheilen, so feuert man, wenn der Brennofen in der grössten Glut steh und man glaubt, dass er in einigen Stunden ausgenommen werden muss, Erlenzweige mit ihren Laub, so grün und feucht, wie sie vom Baume kommen, ein, zugleich werden die Schürlöche geschlossen. Der entstehende Rauch bildet in der porösen Ziegelmasse einen Absatz von Kohle was die Ursache der Graufärbung ist; vielleicht wird auch das in der Masse enthaltene Eisen oxyd zu schwarzem Oxyd-Oxydul reducirt. Man kann auch statt dessen Leuchtgas einführen

1) In Deutschland wurden 1896 fabricirt:

Ziegelsteine . . .	10 336 768 600	Stück
Dachsteine	442 265 800	„
Drainröhren . . .	138 234 100	„
Thonröhren . . .	13 967 100	„

Schwarzbraune Dachsteinglasur, welche sich als besonders leichtflüssig und schön [d]unkelbraun erwiesen hat, ergab nach Cramer (J. 1891) die folgende Zusammensetzung:

Kieselsäure	58,80
Thonerde	8,15
Eisenoxyd	7,98
Kalk	9,36
Alkalien	6,30
Glühverlust	8,39
	98,98

Berechnet man aus diesen Zahlen die stöchiometrische Formel der Glasur, so erhält man:

$$\left.\begin{matrix} 0{,}7\,CaO \\ 0{,}3\,Na_2O \end{matrix}\right\} \left.\begin{matrix} 0{,}3\,Al_2O_3 \\ 0{,}2\,Fe_2O_3 \end{matrix}\right\} 4\,SiO_2.$$

[G]lasuren für Ziegelsteine empfahl Bussy (J. 1891).

Die Fabrikation der Fliessen stimmt im Wesentlichen mit der der Dachziegel überein; [m]an gibt ihnen durch Dämpfen mit grünem Erlenholz häufig einen angenehmen grauen Ton; die [F]liessen sind viereckig oder sechseckig und zum Auspflastern der Fussböden in Küchen, Vor[pl]ätzen, Kellern u. s. w. bestimmt.

Wichtig für die Werthbestimmung von Ziegelsteinen ist ihre Widerstands[fä]higkeit gegen Frost[1]. Ein Thon gab z. B. bei verschiedenen Brenntemperaturen:

Brenntemperatur	Porosität	Zerreissungsfestigkeit
etwa 700°	11,23 Proc.	16,5 k/qc
800	10,56	22,4
850	10,22	25,2
900	9,53	30,5
960	8,16	44,2
1050	2,11	59,5

Bei directen Versuchen waren die Achtformproben bei 800 bis 850° frostbeständig, während [V]erblendsteine aus demselben Material und von gleichem Brenngrade nachweislich sicher durch [d]en Frost zerstört wurden, wenn sie im Mauerwerke Wasser aufzunehmen Gelegenheit hatten und [d]as Wasser zum Gefrieren kam. Festigkeit und Porosität war in beiden Fällen gleich, und kann [d]emnach durch dies Verhältniss allein die Frostbeständigkeit nicht bedingt sein, sondern es hat [a]uch die dichte Oberflächenbeschaffenheit der Maschinensteine Einfluss. Ziegel, bei [w]elchen das Verhältniss zwischen der Scherbenporosität und der Festigkeit ein sehr ungünstiges [s]ein kann, können trotzdem der Frosteinwirkung recht lange Widerstand bieten, wenn gleich[z]eitig die Oberfläche möglichst porös ist, während solche Ziegel sehr bald der Frosteinwirkung [z]um Opfer fallen, wenn ihre Oberfläche dicht bez. glasirt ist.

Feuerfeste Steine. Die feuerfesten Steine oder Scharmottesteine[2] [w]erden anstatt der gewöhnlichen Backsteine zur Construction aller solchen Feuer[a]nlagen angewendet, wo diese schmelzen würden. Man stellt dieselben aus einem [f]euerbeständigen, an Kieselsäure und Thonerde reichen, aber an Kalk, Eisenoxydul [u]nd Alkalien armen Thone her (S. 727). Um dessen Strengflüssigkeit zu steigern und [d]as Schwinden und Rissigwerden beim Brennen zu verhindern, mischt man den Thon [m]it schon gebranntem Thon (Scharmotte), Sand, Kohle, Koks u. s. w. Bei der [F]abrikation feuerfester Steine ist zu berücksichtigen, dass es hauptsächlich zweierlei [U]mstände sind, welche auf Erweichung und Schmelzung eines dem Feuer ausgesetzten [f]euerfesten Steines hinwirken: ein hoher Hitzegrad an sich, dann ein gleichzeitiger Angriff von Stoffen, die wie Flugasche, alkalische Dämpfe, schmelzende Alkalien und

1) J. 1884, 687; 1885, 591; 1887, 817.

2) Chamotte ist weder in England noch in Frankreich bekannt, es sollte daher auch [n]icht „Chamotte" geschrieben werden. F. J. Weber: Die Cunst das echte Porzellain zu [m]achen (Hannover 1798) gebraucht auf S. 153 das Wort „Skormotti (klein gestampfte Kapsel[s]cherben)". In älteren italienischen Wörterbüchern, so in Gio Veneroni's „Il Dizionario [i]mperiale 1766" kommt noch scarmo: mager und scarmare: mager werden, abmagern vor; hier[n]ach wäre Scarmotti ein Material, was mager macht, in unserem Sinne also den Thon magert. Wir müssen also „Scharmotte" schreiben.

Metalloxyde als Flussmittel wirken. Ausserdem müssen die feuerfesten Steine stark[e] Abwechselungen der Temperatur widerstehen und hinreichend fest sein, um ein[en] starken Druck auszuhalten.

Besonders beachtenswerth ist der Einfluss der Schlacken u. dgl. auf d[ie] Feuerfestigkeit des Thones[1]). Basische Schlacken greifen Quarzsteine a[n,] welche sich aber sauren Schlacken gegenüber widerstandsfähig zeigen. In Generator[en] verbrannte Koks gaben z. B. 11,9 Proc. Asche folgender Zusammensetzung:

	Asche		Schlacke
	In Wasser lösl.	Gesammt	
Kieselsäure SiO_2	—	47,91	62,95
Thonerde Al_2O_3	—	30,17	25,23
Eisenoxyd Fe_2O_3	—	12,16	—
Eisenoxydul FeO	—	—	3,12
Manganoxyd Mn_3O_4	—	0,38	—
Manganoxydul MnO	—	—	0,28
Kalk CaO	0,24	1,41	0,46
Magnesia MgO	0,41	1,22	0,92
Natron Na_2O	0,20	2,60	0,82
Kali K_2O	0,26	3,34	3,51
Schwefelsäure SO_3	0,84	0,82	—
Phosphorsäure P_2O_5	—	—	0,55
Eisen	—	—	0,09
Schwefeleisen FeS	—	—	0,04
	1,95	100,01	99,97

Der wässerige Abzug stellt ein basisches Gemenge von Sulfaten dar, das zurück[-] bleibende Silicat entspricht der Formel: $2RSiO_3 . 5Al_2Si_2O_7 . 2SiO_2$, währen[d] die Analyse der abfliessenden schwärzlichen strengflüssigen Schlacke zur Form[el] $2RSiO_3 . 3Al_2Si_3O_9 . 2SiO_2$ führt. Die Schlacke enthielt kleine Kugeln von metallische[m] Eisen eingesprengt. Im Generator ist somit ein Theil des Eisens aus der Asche z[u] Metall reducirt, die Sulfate von Calcium und Magnesium sind verflüchtigt oder verstäub[t,] die Alkalien verschlackt. Die 88,9 Proc. Kieselsäure enthaltenden Scharmottestein[e] wurden von dieser sauren Schlacke nur wenig angegriffen.

Der schlimmste Feind der basischen Ziegel sind die Oxyde des Eisens, we[s-] halb auch bei der Verwendung der Erdbasen zu feuerfesten Steinen darauf zu sehe[n] ist, dass dieselben möglichst frei von Eisenoxyden sind, da durch dieselben die Feue[r-] beständigkeit vermindert wird, ohne gleichzeitig die Haltbarkeit der Steine in trocken[er] Luft zu vermehren. Kieselsäure, Phosphorsäure und die Oxyde des Mangans wirke[n] nicht so zerstörend auf die basischen Steine wie die des Eisens.

Man fertigt aus der Masse nicht nur Steine, sondern auch Futter für Oefen in Krei[s-] segmenten, Platten, Kapseln für Porzellan und Steingut, Muffeln für das Einbrennen von Po[r-] zellanfarben, Gefässe und Apparate für chemische Fabriken (S. 746), Gasretorten u. dgl. – Die Dinasteine oder Quarzziegel (*Dina-Bricks*), die man aus England (das Material ist vo[n] dem Dinafelsen im Vale of Neath in Glamorganshire) bezieht, aber in Deutschland mindesten[s] eben so gut herstellt, bestehen aus fast reinem Quarzsand und etwa 1 Proc. Kalk. Sie vertrage[n] die höchsten bei metallurgischen Arbeiten vorkommenden Temperaturen, ohne zu schmelze[n] oder auch nur stark zu schwinden, und bilden deshalb ein unschätzbares Material für Stahlöfe[n,] Schweissöfen, alle Arten von Flammöfen, Glasöfen, Porzellanöfen u. s. w. Aehnlich ist de[r] Ganister, ein dichtes kieseliges Gestein, welches im gemahlenen Zustande und mit Thon ver[-] setzt, zum Auskleiden der Bessemerbirnen, der Puddelöfen u. s. w. Verwendung findet.

Wasum zeigte, dass sich aus Dolomit wie aus Kalkstein und in Weissglühhitze gebrannt[e] Magnesia ohne Anwendung eines Bindemittels gute Steine herstellen lassen, während diese[s] mit Magnesit nicht der Fall ist. Schönere Steine erhält man durch Zusatz von Thon bis z[u]

---

1) J. 1881, 502; 1884, 684; 1885, 590.

Proc., ohne dadurch die Feuerbeständigkeit der Ziegel wesentlich zu beeinträchtigen. Von nz bedeutendem Einflusse auf die Haltbarkeit der Steine ist die Temperatur, in der dieselben brannt werden. Je höher die Temperatur bei dem Brennen der Steine war, desto grösser ist e Haltbarkeit derselben. Bei der Construction der Oefen zum Brennen der Steine ist es von ichtigkeit, die Zugkanäle derartig anzulegen, dass in dem Ofen überall eine gleiche Temratur herrscht. Dolomit-, Kalk- und Magnesitsteine, wenn sie nicht zu sehr durch solche Stoffe runreinigt sind, welche die Schmelzbarkeit befördern, schrumpfen beim Brennen in höchster eissglut um etwa 24 Proc.; Steine, welche aus stark gebrannter Magnesia hergestellt sind, hrumpfen nur um etwa 4 Proc. Alle Stoffe, welche die Feuerbeständigkeit der basischen eine verringern, vermehren das Schrumpfen derselben. Kalk- und Dolomitziegel werden von n bei den Eisenhüttenprocessen sich bildenden Schlacken gleich stark angegriffen, während agnesiaziegel wesentlich widerstandsfähiger gegen dieselben sind, als die beiden anderen. Das ste Material für basische Steine ist die in höchster Weissglut gebrannte Magnesia. Die raus hergestellten Steine zeichnen sich durch die grosse Haltbarkeit in trockener sowie in uchter Luft, durch die grössere Widerstandsfähigkeit gegen die Einwirkung der Schlacken in her Temperatur, und das geringe Schrumpfmaass beim Brennen vortheilhaft gegen die aus alk oder Dolomit hergestellten Steine aus.

Steine, welche gegen schmelzende Alkalien und Schwefelalkalien beändig sind. In Norwegen, Südtyrol und Nordamerika findet sich ein Gestein, welches den amen Topfstein (Lavezstein, Giltstein, Lavezzi, Pierre Mollaire) führt; dasselbe ist an sich eich, so dass sich leicht daraus Gefässe schneiden lassen, die durch ein einfaches Brennen estigkeit erlangen. Das Gestein ist ein Gemisch von Talk, Chlorit und Dolomit; daraus gehnittene Steine haben sich als Ausfütterung für Oefen, in welchen Alkalien und Schwefelkalien geschmolzen werden, sehr gut bewährt. Topfstein aus Norwegen hatte nach Hempel d Jezierski (J. 1896) folgende Zusammensetzung:

SiO_2	44,3 Proc.
CaO	3,4
Fe_2O_3	4,2
FeO	7,6
Al_2O_3	4,3
MgO	20,7
Na_2O	4,7
Cl	0,2
H_2O	10,6

Ein Stückchen gebrannter Topfstein verlor in schmelzender Soda in einer Stunde 4 Proc., in Schwefelnatrium nur 0,02 Proc. — Um ein gleichwirkendes Gemenge herzustellen, urde Lehm folgender Zusammensetzung:

SiO_2	72,82 Proc.
Fe_2O_3	4,04
Al_2O_3	10,48
CaO	0,62
MgO	0,31
Na_2O	5,66
CO_2	0,09
H_2O	5,63

emischt mit Magnesia aus Stassfurt oder mit Dolomit.

Versuche ergaben, dass ein Gemisch aus 100 Th. Magnesia und 142 Th. Lehm widerstandshiger gegen Alkalien, aber weniger feuerfest ist als Topfstein; ferner, dass ein aus einem emisch von 236 Th. Dolomit mit 325 Th. trockenen Lehms oder 384,6 Th. grubenfeuchten ehms hergestellter Stein in hohem Maasse gegen schmelzende Alkalien widerstandsfähig ist, dass er den natürlichen Topfstein in dieser Eigenschaft völlig zu ersetzen vermag, denselben Bezug auf Feuerbeständigkeit jedoch wesentlich übertrifft.

Schmelztiegel. Von Schmelztiegeln verlangt man, dass sie einer hohen Temperatur hne Schmelzung oder Sinterung widerstehen, schroffe Temperaturwechsel aushalten und der inwirkung der Asche und in gewissen Fällen auch Stoffen widerstehen, welche als Flussmittel irken, z. B. Bleiglätte u. dgl. Sie sind meist aus Thon und Graphit, zuweilen aus Kohle, peckstein, Thonerde u. s. w. — Die hessischen oder Grossalmeroder Tiegel werden us 1 Th. Thon (von 71 Th. Kieselsäure, 25 Th. Thonerde und 4 Th. Eisenoxyd) und $^1/_3$ bis $^1/_2$ Th. Quarzsand angefertigt. Sie sind feuerfest, vertragen schnellen Temperaturwechsel; zu anchen Zwecken sind sie zu porös; wegen ihres grossen Kieselgehaltes werden dieselben von

Alkalien, Bleioxyd u. dgl. durchlöchert. — Scharmottetiegel bestehen aus Thon, der Quarzsand, Scharmotte u. dgl. versetzt ist. — Graphittiegel, Isper oder Passauer Tieg werden in Nürnberg, in Hafnerzell und Oberzell bei Passau, zu Achenrain in Tyrol aus 1 feuerbeständigem Thone und 3 bis 4 Th. Graphit angefertigt. In den Nürnberger und Dresd Fabriken wendet man Ceylongraphit und feuerfesten Thon, in amerikanischen Fabriken Grap aus den Gruben von Ticonderoga (N. Y.) an. Die Graphittiegel vertragen den grössten Te peraturwechsel und schwinden höchst selten. In Stourbridge werden Tiegel aus 2 Th. Thon u 1 Th. Koks angefertigt. Tiegel, welche in ihrer Masse Kohle enthalten, wirken reducirend die darin zu behandelnden Oxyde, sie werden daher vorzugsweise zu Metallschmelzungen gewendet. In neuerer Zeit wendet man zum Schmelzen der Metalle auch nicht selten Kalk- u Kreidetiegel, oder auch Magnesiatiegel an.

Thonröhren dienen theils als Wasserleitungsröhren, theils zur Anlage unterirdisc Wasserabzüge auf nassen Grundstücken; letztere heissen Drainröhren. Wird Thonbrei einem damit gefüllten Behälter, mittels eines Stempels, durch eine kreisrunde Oeffnung hera gepresst, in deren Mittelpunkt centrisch ein etwas kleinerer Pfropf feststehend angebracht so erhält der hervortretende Thonkörper die Gestalt einer Röhre.

Mörtelstoffe.

Die zur Herstellung von Mörtel verwendeten Stoffe werden theils schon dur Wirkung des Wassers genügend zerkleinert (Kalk), oder sie müssen mechanisch g pulvert werden (Cement, Gyps). Mit Wasser gemengt erhärten sie entweder nur der Luft oder auch im Wasser. Man kann daher die zum Verbinden und Ueberzieh (Verputzen) von Steinen u. dgl. verwendeten Bindemittel eintheilen in

A. Bindemittel, welche nur an der Luft erhärten:

1. Gyps, erstarrt durch Bindung von Wasser: $CaSO_4 + 2H_2O = CaSO_4 . 2H_2O$.

2. Kalk, zerfällt beim Benetzen mit Wasser zu Kalkhydrat, welches durch Aufnahme v Kohlensäure erhärtet (Luftmörtel).

B. Bindemittel, welche an der Luft und im Wasser erhärten (hydra lische Bindemittel):

3. Hydraulische Kalke löschen sich mit Wasser benetzt ganz oder theilwei zu Pulver.

4. Romancemente, welche aus thonreichen Kalkmergeln durch Brennen unte halb der Sintergrenze gewonnen werden und durch mechanische Zerkleinerung in Mel form gebracht werden müssen.

5. Portlandcemente werden aus Kalkmergeln oder künstlichen Mischungen von Th und Kalk durch Brennen bis zur Sinterung und darauf folgender Zerkleinerung bis z Mehlfeinheit gewonnen; sie enthalten auf 1 Th. sog. Hydraulefactoren (SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3) 1 bis 2,2 Th. Kalk und haben in der Regel ein spec. Gewicht von mehr als 3.

6. Hydraulische Zuschläge sind natürliche oder künstliche Stoffe, welche nur Verbindung mit Aetzkalk hydraulisch erhärten, z. B. Puzzolanerde, Santorinerde, Hochofe schlacken u. s. w., sowie der aus geeignetem vulkanischen Tuff (Trassstein) erzeugte Trass.

7. Puzzolancemente werden durch innigste Mischung von pulverförmigem Kal hydrat mit staubfein zerkleinerten hydraulischen Zuschlägen gewonnen.

8. Gemischte Cemente erhält man durch Mischung fertiger Cemente mit geeignete Zuschlägen. Derartige Bindemittel sind nach dem Grundstoff unter Angabe des Zuschlages au drücklich als gemischte Cemente zu benennen. (Vgl. J. 1886, 567; 1887, 836 u. 849.)

Gyps. Der Gyps, wasserhaltiges Calciumsulfat, $CaSO_4 . 2H_2O$, gehört zu de verbreitetsten Mineralien und bildet theils für sich, theils mit dem Anhydrit, $CaSO$ Lager und Stöcke, zuweilen, z. B. am Südharze, sogar ganze Gebirgsmassen.

Der krystallisirte Gyps löst sich in 445 Th. Wasser von 14° auf; die Löslichkeit de Gypses wird durch Gegenwart von Salmiak vermehrt. Nach Le Chatelier (J. 1892 verliert Gyps bei 128° von seinen beiden Molecülen Hydratwasser 1,5 Mol., wobei ein Verbindung $CaSO_4 . 0,5H_2O$ entsteht, die ihr Wasser erst bei 163° abgibt. Erhitz man concentrirte Gypslösung bei 130 bis 150°, so scheiden sich Krystalle von der Zu sammensetzung $CaSO_4 . 0,5H_2O$ aus. Diese Verbindung bildet auch den wesentlichste

heil des Kesselsteines in den mit Meerwasser gespeisten Dampfkesseln[1]). Ebenso ist r gebrannte Gyps des Handels nicht wasserfrei, sondern ein Hydrat mit $0{,}5H_2O$. e Zersetzung beginnt bereits bei 110°, wird jedoch erst bei einer Temperatur von 0 bis 130° lebhaft. Der entwässerte Gyps, gebrannter Gyps, hat die Eigenhaft, das Wasser, welches er durch Erhitzen verlor, wieder aufzunehmen und dabei zu starren. Auf dieser Eigenschaft beruht die Anwendung des Gypses zum Giessen und Mörtel. Der über 200° gebrannte Gyps heisst todtgebrannt, weil er erst nach iger Zeit mit Wasser eine langsam erhärtende Masse gibt. (Vgl. J. 1893, 747; 94, 784.)

Beim Brennen von Gyps sollte man nicht, wie beim Brennen des Kalkes, die zu ennenden Gypssteine mit Brennstoff durchschichten, weil sonst der Gyps oberflächlich Schwefelcalcium ($CaSO_4 + 4C = CaS + 4CO$) reducirt werden kann.

Der einfache, oft verwendete Gypsofen (Fig. 589) besteht aus vier starken auern *A*, welche oben mit einem flachen Gewölbe überspannt sind, welches einige bzugskanäle *a* enthält. In zwei einander gegenüberstehenden Mauern befinden sich e zum Feuern dienenden Schürlöcher. In dem Ofenraum baut man nun die grössern

Fig. 589.

Fig. 590.

ypssteine zu kleinen Gewölben oder Feuergassen auf, hüttet darauf den übrigen Gyps und unterhält in den hürlöchern ein Holzfeuer. Oeffnung *b*, zum Beicken und Entleeren des Ofens, wird während des rennens verschlossen.

Beim Schachtofen von Riva wird die Brennt mittels Gebläses durch unter dem Ofenschacht in Abtheilungen neben und über ander angeordneten Heizkammern und durch Kanäle *f* (Fig. 590) und seitliche hlitze *g* hindurch in den Ofenschacht eingeblasen, an dessen unteres Ende sich zum Ausziehen des gebrannten Gypses dienendes schräges Rohr *k* anschliesst 1889).

Auch werden Oefen mit beweglichen Wagen verwendet (J. 1883, 651). Der gennte Gyps wird gemahlen und gesiebt.

Feinere Gypssorten (für Stuck, Figuren) werden erst gemahlen, dann in grossen enen eisernen Schalen mit Rührwerk erhitzt. Das Wasser entweicht unter starkem fwallen des Gypspulvers.

1) Fischer: Chemische Technologie des Wassers (Braunschweig, Vieweg) S. 216.

Anwendung. Ungebrannter Gyps wird zuweilen als Baustein angewendet, löst s aber mit der Zeit durch Regen auf. Der dichte, feinkörnige Alabaster wird zu Bildhau arbeiten u. dgl. verwendet. Gemahlener Rohgyps dient als Düngemittel, vorzüglich zu Bestreuen der Wiesen und des Klees.

Bei Anwendung des entwässerten Gypses zum Giessen und zu Abdrücken zur Vervi fältigung von Gegenständen verwendet man einen dünnen Brei aus 1 Th. gebranntem Gyps u 2 bis 2,5 Th. Wasser; durch die entstehenden Gypskrystalle ($CaSO_4 . 2H_2O$) wird das übr Wasser mechanisch eingeschlossen. Das Erhärten des Gypses erfolgt bei gut gebranntem Gy in 1 bis 2 Minuten und unter geringer Erwärmung. Oft auch benutzt man Formen von Gyps Modell zum Giessen von Zink und Bronze oder zur Vervielfältigung galvanoplastischer Geg stände, namentlich zu Modellen in der Porzellan- und Fayencefabrikation u. s. w.

Um das Erhärten des Gypsbreies zu verzögern, giesst man Leim zu, welcher ausserd dem Gyps grössere Härte, einen gewissen Grad von Durchscheinenheit und ein marmorähnlic Ansehen ertheilt. Den so gemischten Gyps verwendet man hauptsächlich zu architektonisch Verzierungen, sog. Stuck, Gypsmarmor. Um gefärbten Gypsmarmor darzustellen, rü man den Gyps mit Farben, z. B. Colcothar, Russ, Indig u. s. w. an, oder macht aus dem färbten Gypse Kuchen, welche man übereinander legt und durchschneidet, um gebänderten Gy zu erzeugen. Kuhlmann empfiehlt die Anwendung einer Lösung von Kaliummanganat, welcher man den Gyps anrührt, um schön gefärbte künstliche Steine zu erhalten. Ein Gemi von feinem Gyps und gepulvertem Frauenspath (Gypsspath) mit Leimwasser gibt die zu ornam talen Zwecken angewendete Scaliogla (von scaglia, Schuppe, Rinde). Der ungebran Gyps dient unter dem Namen Annalin, Lenzin zum Verfälschen von Ultramarin u. d und wird in der Papierfabrikation als Füllstoff verwendet; ebenso in der Appretur Gewebe.

Härten des Gypses. Zur Herstellung des Alaungypses (französischer) Stuck, Marm cement, *plâtre gluné)* werden Gypsgegenstände in eine Lösung von 600 g Alaun in 3 *l* Was getaucht, oder man rührt gepulverten Gyps mit Alaunlösung an und brennt dann nach d Trocknen zum zweiten Male. Die Härte des Products tritt erst dann hervor, wenn man Pulver mit Alaunlösung anmacht. — Pariancement ist durch Boraxlösung gehärteter Gy

Das Härten von Gyps mit Wasserglaslösung ist schwierig auszuführen. Besser Kieselfluorwasserstoffsäure. Das Erhärten des Gypses wird verzögert, wenn man d gebrannten Gypspulver 2 bis 4 Proc. Eibischwurzelpulver zufügt und die Mischung mit 40 Pr Wasser zum Teige knetet.

Fertige Gypsgegenstände nehmen, wenn sie mit Stearinsäure oder mit Paraffin tränkt sind, einen gewissen Grad von Durchscheinenheit und durch Reibung gute Politur an, dass sie dem mit Wachs getränkten Meerschaum ähneln. Um der Masse ein besonders warm Ansehen zu geben, gibt man dem Paraffin durch Zusatz von Gummigutt und Drachenblut ei schwach röthlichgelbe Färbung.

Um Gypsabgüsse abwaschbar zu machen, tränkt man sie mit Barytwasser, wo si Baryumsulfat und Aetzkalk bilden, welcher letztere an der Luft bald in Carbonat übergeht; so behandelten Abgüsse werden nach dem Trocknen zum Schutze noch mit einer weingeistig Seifenlösung überzogen. Zu gleichem Zwecke wendet Leuchs Barytkalkwasser und Filsing erst Barytwasser, dann gesättigte Borsäurelösung an (J. 1878 u. 1885). Dennstedt (J. 18 tränkt die Gypsabgüsse mit gelöster Kieselsäure, dann mit Barytwasser, Wachsmuth (J. 18 erst mit Baryt, dann mit Oxalsäure, Schleisner (J. 1893) Ammoniumtriborat.

Scott's Gypscement oder Selenitmörtel (1856) wird dargestellt durch die E wirkung der Dämpfe von brennendem Schwefel auf gebrannten glühenden Kalk. Scho (J. 1872) wies nach, dass Scott's Cement einfacher durch Zusammenschmelzen von Aetzk mit gebranntem schwefelsauren Calcium dargestellt werden kann [1]).

Kalk. Das zur Herstellung von gebranntem Kalk (Calciumoxyd, Ca dienende Calciumcarbonat (kohlensaurer Kalk, $CaCO_3$) bildet die Hauptmasse d Schalen der Mollusken und findet sich in gewaltigen Massen als körniger Kalk (Urkal Marmor, Kalkspath, Arragonit, Kreide und Kalkstein.

---

1) Magnesiacement. Sorel fand (J. 1867, 413), dass gebrannte Magnesia Lösungen von Chlormagnesium eine erhärtende, weisse Masse liefert, die über 20 Th. Sa bindet, auch in flüssigem Zustande mit dem Pinsel aufgetragen zur Härtung von Mauern braucht werden kann. Die Magnesia ist in der dichten Form anzuwenden, wie man sie du Glühen bei hohen Hitzgraden gewinnt. Der Sorel'sche Cement hat sich nicht bewährt (J. 18 834); besser soll der mit gefällter Kieselsäure versetzte sein (J. 1891, 807; 1893, 748).

Technische Anwendung findet Marmor zu Bildwerken und zum Entwickeln von ›hlensäure, der Kalkspath (Doppelspath) zu optischen Instrumenten, die Kreide als rbe- und Schreibmaterial, der Kalkstein in der Soda- und Glasfabrikation, im Hüttenwesen, Darstellung von hydraulischem Mörtel und als Bau- und Pflastermaterial. Der lithoaphische Stein ist ein gelblichweisser, schiefriger Kalkstein, welcher zu Solenhofen und ›penheim im Jura in Bayern vorkommt, und zur Lithographie angewendet wird. Die Kreide let ausgedehnte Lager im nördlichen Deutschland, in England, Dänemark und Frankreich.

Kalkbrennen. Die gewöhnlichen Kalköfen (Fig. 591) baut man oft in den ›hang des Kalksteinbruches hinein. Man bildet aus den grössten Kalksteinen ein tzbogenartiges Gewölbe von 1,3 bis 1,6 m Höhe, lches als Feuerraum dient; auf dieses schüttet man rch die Gicht die übrigen Kalksteine. Durch die izöffnung wird nun der Ofen allmählich angewärmt, dem Zerbersten der grossen, das Gewölbe bilden- n Steine vorzubeugen. Allmählich wird das Feuer stärkt; sobald der Kalkstein unter der Decke als e weissglühende Masse erscheint, wird der Kalk dem Ofen entfernt und ein neuer Brand be- nnen. Ein Brand dauert in der Regel 36 bis Stunden.

Fig. 591.

Bei den Kalköfen mit ununterbroche- m Brande gibt man den Kalkstein schichten- ise mit dem Brennstoff (Torf, Braunkohle, Stein- le) durch die Gicht auf und entfernt den ge- nnten Kalk von Zeit zu Zeit unten, oder die Feuerung ist in einer gewissen Höhe r und zwar ausserhalb der Sohle eines Schachtes angebracht, so dass der Kalk- n in dem Ofen mit dem Brennstoff nicht in Berührung tritt, sondern nur durch sen Flamme erhitzt wird. Sobald durch die an der Ofensohle befindliche Ab- söffnung der Kalk herausgezogen wird, sinkt der Kalk nach, und es wird durch Gicht wieder frischer Kalkstein eingetragen. Die Wärme wird also weit besser genutzt als bei den vorigen Oefen. — Auch der Ringofen (S. 752) wird vielfach n Kalkbrennen gebraucht. Er erfordert für 100 Th. gebrannten Kalk etwa 16 Th. hle [1]). Nach Eckardt (J. 1895) bewährten sich folgende Formen der sog. Ring- n. Es zeigt Fig. 592 (S. 764) einen Ofen mit 3 Schenkeln, der für 2, 3 oder auch auffeuer oder Productionen von 60 bis 150 oder 200 t Kalk, für den Arbeitstag, aber h für weniger als 60 t, eingerichtet werden kann, dann Fig. 593 (S. 764) einen Ofen mit chenkeln, der für 3 und 4 Lauffeuer oder Productionen von 90 bis 200 t Kalk für en Arbeitstag passt [2]). Der Dietzsch'sche Etagenofen (S. 768) hat sich ebenfalls vährt (J. 1886, 593; 1889, 829).

Der Kalkofen von Solvay ist mit einer mechanischen Entleerungsvorrichtung sehen. Ein von unten in den Brennschacht hineinragender Kegel M (Fig. 594 u. 595 764) drängt den ununterbrochen nachsinkenden Kalk seitwärts, wo der gare Kalk von Leisten N der auf Rollen G ruhenden Scheibe D auf eine äussere, gleichzeitig mit kreisenden Scheibe P geschoben wird, von welcher ein Abstreicher L den Kalk in Absturz V bez. Wagen W befördert. Statt des Kegels M und der kreisenden eibe D kann auch eine schneckenartige Vorrichtung S verwendet werden. Zur fnahme dieser Ausziehvorrichtung für den garen Kalk dient ein allseitig geschlossener

1) Im Hoffmann'schen Ringofen sind zum Brennen von 100 Th. Kalk 10 bis 16 Th. nkohle erforderlich. Die grössten Ringöfen liefern täglich 60 bis 70 t gebrannten Kalk 1893, 743; 1894, 783).

2) Vgl. J. 1892, 675; 1893, 743; 1894, 783; 1899, 714.

Raum unterhalb des Brennschachtes. Die zur Verbrennung nöthige Luft wird du[rch] Rohr *T* eingepresst (J. 1889).

Gegenwärtig wendet man in Rüdersdorf, in Hartmannshof in Bayern u. s. w. Gasfeuerung zum Kalkbrennen an (vgl. J. 1876, 176; 1878, 716).

Fig. 592.

I

Fig. 593.

II

Fig. 594.

Fig. 596.

Fig. 595.

Der Schachtofen mit Gasfeuerung zu ununterbrochenem Brennen [von] Kalk und Cement nach Steinmann (J. 1891) ist mit Generatoren *d* (Fig. 59[6]) Gasringkanal *e* und Gasklappen *g* versehen. Der Kalk wird bei *a* eingefüllt und b[ei] gebrannt abgezogen. Bei *h* sind Schauöffnungen angebracht (J. 1897, 763).

Bei Neumann's Kalkofen (J. 1896) gleicht der mit feuerfesten Steinen aus-
kleidete Füllraum einem Cylinder mit aufgesetztem Kegelstumpf, wodurch ein Spiessen
er Hängenbleiben des Kalkes bei normalem Betriebe vermieden wird. Ein Eisen-
intel hindert das Eindringen falscher Luft durch Risse und Sprünge. Die Gase treten
rch mehrere Kanäle gleichmässig vertheilt in den Schacht, während die erforderliche
iftmenge durch Oeffnungen und Rosetten der Kalkabzugthüren zuströmt, wodurch der
alk gekühlt, die Luft vorgewärmt wird. (Vgl. Fig. 597 und 598.) Die zur Gas-
dung erforderliche Luft gelangt, geregelt durch stellbare Schieber der Aschenfallthür,
ter den Rost. Eine Eisenpfanne dient zur Aufnahme der Asche. Zur Beobachtung

Fig. 597.

Fig. 598.

sind entsprechend gruppirte Schaulöcher angeordnet. Die Gase werden zur Verwendung in Zuckerfabriken gewaschen. Der Ofen wird mit einem Deckel geschlossen, oder es wird ein Trichter angeordnet, dessen
den ein mittels Krahn und Kette bewegter Eisenblechkegel bildet, so dass die Füllung
nen einigen Secunden erfolgen kann und das Ansaugen von Luft vermieden wird.
m Anheizen wird der Zug durch einen Schlot mit Drosselklappe erzielt.

Die Brenntemperatur des kohlensauren Kalkes beträgt nach Herzfeld
1897) 900 bis 950°; im Kohlensäurestrom wurde Marmor bei 900° nicht zersetzt, bei 1030°
r völlig gebrannt[1]). Die Zersetzung von Kalkhydrat beginnt bei 470 bis 500°. — Beim
schen von Kalk werden bei Bildung von 1 k Kalkhydrat 150 w frei, so dass die höchste
nperatursteigerung beim Kalklöschen 468° beträgt. — Gebrannter Kalk schmilzt schon
1600 bis 1650° zu glasigen Massen zusammen. Diese löschen sich in heissem Wasser nur
gsam, in kaltem dagegen erst nach 8tägigem Liegen ab. Auch von Salzsäure wurden die
cke nur langsam angegriffen. Der geschmolzene Kalk, weil er der Poren entbehrt, durch

1) Nach Le Chatelier ist die Dissociationsspannung des kohlensauren Calciums

Temperatur	Druck
547°	27 mm
625	56
740	255
810	678
812	763
865	1333

Die Temperatur in Kalköfen beträgt nach Classen u. A. 1200 bis 1300° (J. 1897).

welche das Wasser in das Innere dringen kann, löscht sich also sehr schwer ab. Im Sinne Praxis kann derselbe als todtgebrannt gelten. — Im überhitzten Wasserdampf wird kohlensa Kalk schon bei 790° völlig gebrannt, während bei gleicher Temperatur im Luftstrom nur 30 P gebrannt wurden. Auch kohlensaure Alkalien verlieren beim Glühen im Wasserdampf bei einen Theil ihrer Kohlensäure und bilden 15 bis 22 Proc. Alkalihydrat. — Kokszuschlag hat die Brenntemperatur keinen Einfluss.

War der angewendete Kalkstein ziemlich reines Calciumcarbonat, so bildet der Kalk b Uebergiessen mit Wasser einen fetten Brei, daher fetter Kalk genannt. Magnesiahalti Kalk nennt man magern Kalk; bei 25 und 30 Proc. ist der Kalk bereits unbrauchbar. hielt der Kalk Kieselsäure, so löscht er sich langsam oder gar nicht, er ist „todtgebrannt“.

Wird gebrannter Kalk mit etwa 1/3 Wasser übergossen, so erhitzt er sich und zerfällt zu ei weissem Pulver (Mehlkalk, Kalkhydrat, Calciumhydrat, $Ca(OH)_2$). Zur Herstellung Mörtel löscht man mit 3 bis 5 Th. Wasser an und sumpft ihn ein, d. h. man lässt ihn in Kalkgrube ablaufen. Dadurch wird der Kalkbrei mit der Zeit noch fetter, indem die in frisch gelöschten Kalke immer noch sich findenden unaufgeschlossenen Theile durch die Ein kung des Wassers mit der Zeit sich zertheilen.

In Wasser fein zertheiltes Calciumhydrat bildet den Kalkbrei, welcher mit Wasser dünnt die Kalkmilch liefert. Letztere gibt durch Absetzen das Kalkwasser.

Löslichkeitstabelle für Kalk in Wasser (J. 1897, 767):

	1 Th. CaO braucht Th. Wasser
bei 15°	776
„ 20	813
„ 30	885
„ 40	962
„ 50	1044
„ 60	1158
„ 70	1330

Gebrannter Kalk wird zur Darstellung des Aetzkalis und Aetznatrons aus den koh sauren Alkalien verwendet. Gelöschter Kalk dient zur Darstellung des Ammoniaks aus Salmiak und der Ammoniakwiedergewinnung aus den Salmiaklaugen der Ammoniaksodafa kation, zur Fabrikation des Chlorkalkes, zur Gewinnung des Zuckers aus dem Rübensafte, in Verarbeitung der Melasse, in der Gerberei zum Enthaaren und Vorbereiten der Häute, in Bleicherei zum Bäuchen der Baumwollgewebe, zur Fabrikation von Alaun und Aluminiums aus Kryolith, als Polirmittel und bei der Ausbringung der Metalle als schlackebildender Zu Die wichtigste Anwendung des Kalkes ist aber die zur Bereitung von Mörtel.

Luftmörtel. Bleibt gelöschter Kalk an der Luft sich selbst überlassen, so trockne nach und nach unter Wasserabgabe und Kohlensäureaufnahme aus, wobei er stark schwi und Risse bekommt. Wird hierbei die Luft abgehalten und zugleich ein angemessener Dr angewandt, so erlangt das Calciumhydrat nach dem Trocknen Marmorhärte. Für Bauzw versetzt man den Kalkbrei mit Sand und ähnlichen Stoffen, welche mit ihm ein festes Con merat, zum Theil unter Umständen auch eine chemische Verbindung eingehen sollen, die mit Bausteinen ein Ganzes bildet. (J. 1886, 595.)

Die Erhärtung des Mörtels geschieht so allmählich, dass sie selbst nach hun Jahren noch nicht ihren Höchstwerth erreicht hat. Petzholdt u. A. meinen, dass mit Erhärtung des Mörtels häufig eine Zunahme an löslicher Kieselsäure zu bemerken ist. N Mothes (J. 1884) bildet sich erst Carbonat, dann unter Umständen Silicat (vgl. J. 1870, 1889, 830) unter Abgabe des Wassers. (Vgl. J. 1889, 855.) Nach Donath (J. 1895) ist Sili bildung zweifelhaft. (Vgl. auch J. 1897, 769; 1898, 724.)

Hydraulischer Kalk. Im ungebrannten Zustande sind die hydraulischen Ka Gemenge von Calciumcarbonat mit Kieselsäure oder einem Silicat, wesentlich Alu niumsilicat. Nur die lösliche Kieselsäure verwandelt den Kalk in hydraulisch Thonerde und Eisenoxyd sind auf das Erhärten des hydraulischen Kalkes erst dann Einfluss, wenn durch starkes Erhitzen bis zum Schmelzen diese Stoffe sich chemisch der Kieselsäure verbunden haben. Die hydraulischen Kalke bilden den Uebergang Kalk zum Romancement.

Hauenschild (J. 1893) beschreibt die Anlage von Le Teil, welche jährlich 9 Millic Säcke zu 50 k hydraulischen Kalk liefert. Das Brennen geschieht in Schachtöfen (Fig. 5 welche an den Bergabhang gebaut sind. Es wird immer ein kleiner Wagen von 1,3 cbm Inh

›r 1650 k Kalksteine fasst, auf einmal in den Ofen gebracht, dazu kommen 120 k einer mageren ıthracitischen Kohle ; es wird etwa alle Stunden eine solche Menge eingesetzt. Ein Ofen liefert glich 180 hk, häufig auch 200 hk und mehr. Gezogen wird 14 bis 16 Mal am Tage und zwar ird einfach ein Karren unter die Zugöffnung hineingeschoben und die einzelnen Roststäbe her-ısgezogen. Mittlerweile sind die Steine alle so rkleinert, dass sie zerfallen, ohne einen zu grossen ruck auf die anderen Roststäbe auszuüben. Eine genthümliche Vorrichtung ist unten der gitterartig ırchbrochene Kegel, der dazu dient, die Speiseluft öglichst in die Mitte einzuführen. Die Steine ıd sehr scharf gebrannt; es beweist sich das ıdurch, dass von diesen selben Steinen, dasjenige, ıs sich nicht löscht (das sind 12 bis 14 Proc.) zu ıem ganz vorzüglichen Portlandcement verarbeitet ird. Man gewinnt dort drei Producte. Das Mate-ıl kommt heraus, wird in 15 cm hohen Lagen geben und mit grossen Brausen bespritzt. Dann ›mmt wieder solch eine Lage und so fort bis zu m herauf. Dann bleiben sie so liegen und ımmen in grosse Siebe und von da direct in die ıcke. Im gebrannten Zustande ist die Zusammen-tzung im Durchschnitt die folgende:

Fig. 599.

Kieselsäure	23,6 Proc.
Thonerde	1,4
Eisenoxyd	0,8
Kalk	64,7
Magnesia	1,4
Schwefelsäure	0,5
Wasser	7,6

Der „chaux du Teil“ ist in Folge seines ge-ıgen Eisengehaltes fast ganz weiss, der Abbinde-ocess geht sehr langsam vor sich.

Romancement. Der sog. römische Cement wird hergestellt durch Brennen ılkiger Thonnieren (nicht bis zur Sinterung) und Mahlen. Das Pulver gibt einen ʼdraulischen Mörtel, welcher meist rascher bindet als Portlandcement, aber nicht dessen ›stigkeit erlangt. Michaëlis (J. 1883) fand bei der Analyse verschiedener Sorten ›mancement:

	I	II	III	IV
Kalk	58,38	55,50	47,83	58,88
Magnesia	5,00	1,73	24,26	2,25
Kieselsäure	28,83	25,00	5,80	23,66
Thonerde	6,40	6,96	1,50	7,24
Eisenoxyd	4,80	9,63	20,80	7,97

Die Analysen sind auf den Cement im kohlensäure- und wasserfreien Zustande berechnet. ist Romancement aus Kalkstein vom Krienberge bei Rüdersdorf, der oberen Abtheilung des ıschelkalks angehörend. — II aus Kalksteinnieren von der Insel Sheppey; gelblichbraun, derb d fest. — III aus Kalkstein, der das Lager von Bleierz bei Tarnowitz bedeckt. — IV aus tem und magerem Kalkstein von Hausbergen (vgl. J. 1897, 741).

Portlandcement. Der Portlandcement[1]), der beste aller Mörtelstoffe, zeichnet ›h dadurch aus, dass die Rohmischung bis zur Sinterung gebrannt und dann mahlen wird.

---

1) Der Portlandcement (der Name ist durch die mit dem Portland-Baustein überein-mmende Farbe entstanden) wurde zuerst 1824 von J. Aspdin in Leeds dargestellt. Vgl.

Zur Herstellung desselben wird das Gemisch von Kalkstein und Thon oder entsprechende natürlich vorkommende Gestein fein gemahlen, zu Steinen gepresst, m getrocknet (J. 1889, 827) und gebrannt. D Brennen[1]) geschieht in Schachtöfen, in Rin öfen oder in sog. Etagenöfen. Bei dem Malstatt in Betrieb befindlichen Ofen von Dietzs (Fig. 600) wird der künstlich getrocknete Rohs durch Fülltrichter *E* in den Vorwärmer *A* gefü rollt auf dem überwölbten Verbindungskanal *B* und wird mittels schaufelförmiger Werkzeuge v der Arbeitsöffnung *F* aus in den Schmelzraum weiter befördert. Behufs Vorwärmung wird a das während des Tages gesammelte Ungare du die 2 Arbeitsöffnungen eingeführt und auf besa Sohle des Verbindungskanals gelagert. Etwa den Wänden des Schmelzraumes *C* angeschweis Klinker werden durch Oeffnungen *G* losgestoss so dass sie in den Kühlraum *D* fallen. 100 Cement erfordern in diesem Ofen nur 9 bis 19 Kohlen, im Ringofen 16 bis 23 Th. und im Schac ofen 20 bis 28 Th. Koks (vgl. J. 1885, 60 1887, 850).

Fig. 600.

Diese verschiedenen Angaben erklären sich th weise aus der verschiedenen Beschaffenheit der verw deten Brennstoffe, sowie aus der mehr oder min grossen Sorgfalt der Betriebsaufsicht. Wenn z. Meyer (J. 1886, 589) in den Verbrennungsgasen des Ringofens nur 3,2 bis 7,6 Pr Kohlensäure, in den Gasen des Etagenofens 2 bis 11,9 Proc. Kohlensäure gefunden hat, wo noch zu berücksichtigen ist, dass ein erheblicher Theil davon aus der Zersetzung des Kal in der Rohmischung stammt, so zeugt dieses von grosser Brennstoffverschwendu Wäre nur halb so viel atmosphärische Luft zugeführt, so hätte man viel grössere Hitze — auch rascheren Brand — und geringeren Wärmeverlust nach dem Schornsteine gehabt. Th weise scheinen diese Angaben aber auch durch die verschiedene Beschaffenheit der Cementma selbst zu erklären zu sein; wenigstens hat Dietzsch gefunden, dass in seinem Ofen z Massen 15,9 bis 19 k, die dritte nur 9 k Kohle gebrauchte. Da die chemischen Vorgänge be Brande (Zersetzung von $CaCO_3$ in $CaO + CO_2$, Bildung von Silicaten und Aluminaten) ei solch grossen Unterschied unerklärlich lassen, so wird es wohl daran liegen, dass eine Ma eine höhere Temperatur bedarf als die andere, und dass zu deren Erzielung — namentlich unzweckmässiger Luftzufuhr — unverhältnissmässig viel Kohle erforderlich ist. — Auf Aschengehalt des Koks ist zu achten (J. 1895, 757). (Vgl. S. 56.)

Die Erfolge des Ofens von Dietzsch haben zur Construction einer Anzahl ä licher Oefen Veranlassung gegeben.

Nach Schöfer wird der Ofen so eingerichtet, dass der untere weite Theil (Fig. 601) des Brennraumes sich durch das Gewölbe *m* an den engeren Schacht *S* schliesst. Das Brennmaterial wird durch Kanäle *i*, welche von aussen nach d Schacht *S* durch das Gewölbe *m* hindurchgehen, in den Ofen eingebracht. Der

---

besonders: C. Schoch: Die moderne Aufbereitung und Werthung der Mörtelmaterial (Berlin 1896).

In Deutschland wurde Portlandcement zuerst im J. 1850 durch Gierow in Stettin gestellt, hierauf 1852 von Bleibtreu bei Stettin (auf der Insel Wollin). Deutschland lie jetzt in 70 Fabriken rund 20 Millionen Fass (je 180 k) oder fast 3 500 000 t Cement.

1) Vgl. J. 1880, 497; 1881, 510; 1882, 638; 1883, 627; 1884, 692; 1885, 606; 1886, 8 1891, 800; 1894, 765; 1895, 755; 1896, 726; 1897, 728; 1899, 694.

[b]rennende Kalk oder Cementstein wird durch Schacht *S* eingetragen. (J. 1890, 796; [1]891, 800.) Ein Ofen von 2,5 m Durchmesser liefert täglich 50 Fass Cement. [D]er Kohlenverbrauch stellt sich auf 25 k für das Brennen von 1 Fass Cement [vo]n 170 k.

Zum Brennen von Cement empfehlen Kawalewski und du Pasquier zwei [S]chachtöfen, von denen jeder, wie Fig. 602 zeigt, aus einem Vorwärmer EE^1, einem [S]chmelzraum BB^1 mit Gewölbe *D* und Oeffnungen PP^1 dd' und einem Kühlraum AA^1 [m]it Rostkegel RR^1 besteht und die derartig mit einander verbunden sind, dass die beim Aufschütten von Brennstoff aus dem einen Ofen unbenutzt entweichenden Gase durch die mittels Schieber *L M* bez. L^1 M^1 verstellbaren Kanäle *N O* bez. N^1 O^1 in den Schmelzraum des anderen geführt werden, bevor sie in den gemeinschaftlichen Kamin *F* entweichen. Für 100 k Cement wurden 18 k Kohlen gebraucht (J. 1889, 825; 1890, 769).

Fig. 601.

Fig. 602.

Beim Schachtofen von Cramer (J. 1899) [is]t die Brennzone des Schachtofens mit Heiz[k]isten *a* (Fig. 603) ausgekleidet, zwischen denen [di]e in den Generatoren *b* erzeugten und die Kanäle [c] durchstreifenden Gase hochsteigen. In den Ka[n]älen *c* findet noch eine besondere Zufuhr heisser [S]ecundärluft statt, indem nach dem Ofeninnern [zu] offene Scharmottekörper mittels der Kanäle *d* [m]it dem den Kühlraum *k* umgebenden Hohl[r]aum *f* verbunden sind. Der im Kühlraum *k* [b]efindliche gar gebrannte Cement erhitzt die durch [R]öhren *g* von aussen in den Hohlraum *f* ein[tr]etende und nach den Kanälen *d* ziehende Luft. [E]in zweiter, durch Oeffnungen *i* mit Luft ge[s]peister Lufterhitzungsraum *h* gibt heisse Luft [d]urch die Kanäle *l* und die Körper *n* hindurch [u]nmittelbar in die Generatoren *b* ab.

Fig. 603.

Der Drehrohrofen ist für Portland[c]ementindustrie Amerikas von Bedeutung,

weil er nach Lewis (J. 1899) eine grosse Production gestattet. Während Schac öfen täglich 40 bis 80 Fass (Barrel) liefern, geben Drehrohröfen (Fig. 604) 120 180 Fass; sie erfordern aber 30 bis 40 Proc. Kohle, Schachtöfen nur 12 bis 16 Pr Darnach würde ein Vergleich der Kosten unter amerikanischen Verhältnissen zwiscl

Fig. 604.

Drehrohröfen und continuirlichen Oefen für 1 Fass (Barrel) sich folgendermaas stellen, wobei sich die Zahlen nur auf den Betrieb der Oefen und diejenigen zu d Oefen gehörigen Einrichtungen beziehen, in denen die beiden Processe von einan abweichen:

	Drehrohröfen	Continuirliche Schachtöfen
Arbeits- (Betriebs-) Kosten für 1 Fass	10,5 bis 16,8 Pfg.	50,4 bis 58,8 Pfg.
Brennmaterialkosten für 1 Fass . .	46 „ 62 „	21 „ 25,2 „

Der bei Weissglühhitze gebrannte Cement[1]) wird gemahlen und gesiebt[2]), dann Fässer (je 180 k brutto, 170 k netto) oder Säcke gepackt.

Die Zusammensetzung des Cementes ergibt sich z. B. aus folgenden Analysen v Böhme:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Eisenoxyd	2,90	2,71	2,67	3,22	2,85	3,30	2,47	9,10	3,44	2,
Thonerde	6,96	8,29	6,91	6,73	7,45	6,60	5,43	3,90	5,56	6,
Kalk	62,57	61,51	61,99	63,27	58,22	64,70	62,68	56,66	63,59	64,
Magnesia	1,21	0,47	1,09	2,02	2,79	1,10	1,10	1,01	1,30	1,
Natron	1,53	0,24	1,58	0,26	2,35	0,30	0,49	0,90	1,20	0,
Kali		0,71	0,55	1,22		0,50	0,36	0,94	0,70	0,
Schwefelsäure . . .	2,19	—	1,13	1,08	1,22	0,80	1,03	1,09	1,13	0,
Kieselsäure	22,75	23,69	22,60	21,18	20,58	21,90	23,29	22,44	22,59	19,
Schwefelsaurer Kalk .	—	1,17	—	—	—	—	—	—	—	—
Thon und Sand . .	—	—	—	—	1,10	—	1,17	—	0,62	—
Kohlensäure . . .	—	0,27	—	0,23	2,67	0,20	1,42	1,36	—	1,
Wasser	—	0,39	1,48	0,77		0,60			—	
Unaufgeschloss. Rückst.	—	0,44	—	—	—	—	—	2,60	—	1,

Glasenapp (J. 1897) gibt folgende Analysen russischer Portlandcemente:

	Schmid	Port Kunda	Liphard	Gluchosersk	Wysoka
CaO	62,1	62,82	62,50	62,00	64,85
MgO	2,1	2,09	1,75	1,04	1,21
$K_2O + Na_2O$ . . .	1,3	0,92	0,50	1,60	0,52
SiO_2	22,0	22,42	22,10	22,07	21,31
Al_2O_3	6,5	6,28	6,25	6,59	8,05
Fe_2O_3	3,2	3,62	3,70	3,41	3,67
SO_3	1,1	1,29	1,20	1,53	0,16
Glühverlust . . .	1,7	—	2,00	—	—

1) Todtbrennen von Cement J. 1893, 719.
2) J. 1889, 829; 1890, 772.

Das Erhärten des Cements wird nach Fuchs durch Calciumsilicat bewirkt[1]. ach Winkler wird während des Erhärtens durch die Einwirkung des Wassers fortdauernd alk ausgeschieden, bis als Endresultat die Verbindungen $Ca_3Si_3O_9$ und $CaAl_2O_4$ entstehen. etztere Verbindung wird durch Kohlensäure zerlegt, sie muss aber so lange im erhärteten ortlandcement als bestehend angenommen werden, als noch Kalkhydrat in demselben enthalten t. — Feichtinger meint, dass in allen hydraulischen Mörteln die Erhärtung auf einer emischen Vereinigung zwischen Calcium und Kieselsäure und zwischen Calcium und erhaltenen licaten beruhe. In den Portlandcementen sind Silicate oder freie Kieselsäure enthalten, auch eier Kalk.

Ostwald bestimmte von 3 Rigaer (I bis III) und 2 Stettiner Cementen (IV bis V) folgende usammensetzung

	I	II	III	IV	V
Kalk	72,10	65,42	61,92	65,05	60,52
Magnesia	3,27	3,89	4,03	3,04	3,02
Thonerde	6,66	7,52	7,97	8,09	7,57
Eisenoxyd	1,99	2,15	2,71	3,25	4,48
Kieselsäure	10,38	14,76	16,75	17,04	20,72
Alkalien	0,85	0,86	1,25	0,92	1,02
Schwefelsäure (SO_3)	0,42	0,52	0,42	0,30	0,37
Kohlensäure	1,64	2,19	2,42	0,83	0,52
Kohlenstoff	0,36	0,50	0,47	0,67	0,53
Wasser	2,56	2,32	2,24	1,06	1,22

ie Bindungswärme[2]):

Zeit	I	II	III	IV	V
2 Stunden	20,53	20,47	9,94	34,01	7,53
6 „	37,05	29,57	12,23	35,46	10,09
1 Tag	41,35	39,78	15,32	38,39	18,79
4 Tage	46,16	—	29,72	—	—
5 „	47,17	—	32,10	—	—
6 „	57,96	44,34	33,56	—	—
7 „	65,63	51,55	40,26	—	—

Somit verläuft die Wärmeentwickelung anfangs sehr schnell; nach 6 Stunden ist mehr als ie Hälfte der gesammten Wärme frei geworden. Später wird die Wärmeentwickelung immer ngsamer, bis sie nach 30 Tagen so gut wie unmerklich geworden ist. Beachtung verdient die uffallende Vermehrung der Wärmeabgabe am 5., 6. und 7. Tage. Es tritt offenbar nach dieser eit ein neuer Abschnitt des chemischen Processes der Erhärtung ein, welcher eine erneute Värmeabgabe zur Folge hat. Je schneller ein Cement bindet, um so grösser ist seine Bindungswärme. — Nach Berthelot entwickelt 1 g Kalk beim Löschen 268 w. Berechnet man nun aus en Analysen, wie viel freier Kalk in den Cementen enthalten ist, indem man die vorhandene ohlensäure zunächst an die Alkalien, sodann an Kalk bindet und das Wasser als gleichfalls mit alk zu Hydrat verbunden annimmt, so lässt sich bestimmen, welche Wärmemenge sich bei der inwirkung des Wassers entwickeln müsste, wenn der Kalk frei wäre und sich hydratisirte. In olgender Tabelle ist diese Rechnung ausgeführt.

	I	II	III	IV	V
Hydratationswärme des Kalks	168,8	150,0	136,6	162,4	155,4
Erstarrungswärme des Cementes	70,2	66,2	45,4	52,8	42,3

Die Proben IV und V sind nicht bis zu Ende untersucht, indessen haben sie offenbar den rössten Theil ihrer Bindungswärme bereits abgegeben. In allen Fällen ist diese sehr viel geinger, als die Hydratationswärme des als unverbunden betrachteten Kalkes wäre. Daraus folgt ach Bischof, dass die Annahme, zwischen dem Kalk und dem Thon erfolge während der arstellung des Portlandcementes keine chemische Wechselwirkung, unhaltbar ist. Es findet im egentheil eine ganz beträchtliche Wechselwirkung statt, bei der eine Menge Wärme frei wird.

Nach Zulkowsky (J. 1898) ist Portlandcement ein Gemisch eines Hydraulits mit Aetzkalk. ach Newberry (J. 1898) ergibt sich für Portlandcement die Formel

$$x\,(3CaO\,.\,SiO_2) + y\,(2CaO\,.\,Al_2O_3).$$

1) Vgl. 1880, 499; 1881, 541; 1883, 645; 1884, 695; 1885, 630; 1886, 585; 1890, 781.
2) Vgl. J. 1895, 764 u. 769; 1896, 735; 1897, 759.

Nach Törnebohm (J. 1897) besteht Cementklinker wesentlich aus

Alit: x $(3CaO . SiO_2)$ + $9CaO . 2Al_2O_3$
Belit: x $(2CaO . SiO_2) + 3CaO . Al_2O_3$
Celit: 3 Ca $(FeAl)_2O_3 . 2SiO_2$
Felit

und einem glasigen Rest. Beim Erhärten des Cementes ist Alit der einzig wirksame Bestandth Selbst der Alit wird nur oberflächlich angegriffen, weil durch die Einwirkung des Wassers die Alitsubstanz sich ein gelatinöser Stoff bildet, welcher das Alitkörnchen umhüllt und (we zu einer gewissen Dicke gelangt) dasselbe gegen weitere Zersetzung schützt. Dies erklä warum es so wichtig ist, das Pulvern des Cementes möglichst weit zu treiben. Alitkörnchen v mehr als 0,02 mm Durchmesser dürften in der Regel nie vollständig zersetzt werden. Gröss Alitkörner wirken also zum Theil nur als Füllmittel; und meistens nur in dieser Weise wirk die Körner der übrigen Klinkermineralien. Erst wenn sie dem Angriff von kohlensäurehaltig Wasser ausgesetzt werden, tritt bei ihnen eine Zersetzung und eine Neubildung bindender Su stanzen ein. — Es scheinen also wesentlich zwei Neubildungen zu sein, welche das Erhärt des Cementes bewirken. Die eine ist eine anscheinend amorphe Masse, welche jedoch m der Zeit ein wenig krystallinisch werden kann, wahrscheinlich $2(CaSiO_2) . 5H_2O$. Diese Ma verbleibt am Platze des zersetzten Minerals. Die zweite Neubildung, wahrscheinlich Kalkhydr krystallisirt sofort, farblose Schuppen bildend, und muss in Wasser etwas löslich sein, weil immer die in der Cementmasse vorhandenen Hohlräume ausfüllt.

Nach Le Chatelier beruht die Cementhärtung wesentlich auf der Umwandlu eines basischen Calciumsilicats mit Wasser in das wasserhaltige Silicat $CaO, SiO_2, 2{,}5H_2O$ u Calciumhydrat:

$$(CaO)_3SiO_2 + Aq = CaO, SiO_2, 2{,}5H_2O + 2(CaO)H_2O.$$

Untergeordnet scheint sich noch ein basisches Calciumaluminat zu bilden, dessen schne Hydration wahrscheinlich einen Einfluss auf die Schnelligkeit des Abbindens bei verschieden Cementen ausübt:

$$(CaO)_3Al_2O_3 + CaO, H_2O + Aq = (CaO)_4, Al_2O_3, 12H_2O.$$

Das Eisen spielt offenbar beim Erhärten des Portlandcementes keine Rolle. Erdmenge Michaelis (J. 1896) und Schott (J. 1899) legen das Hauptgewicht auf den freien Kalk. (Vg J. 1889, 845; 1892, 665.)

Rebuffat (J. 1899) unterscheidet 1. Cemente von einfach compacter Structur (nic krystallinisch), herrührend aus einer Mischung von Calciumoxyd (welches auch fehlen kann Orthocalciumsilicat und Calciumaluminat: dies sind die hydraulischen Kalke und rasch bindend Cemente. 2. Cemente von krystallinischer Structur, herrührend von einer Verbindung ein krystallinischen Masse $SiO_2 . 2CaO$ mit CaO und einem Calciumaluminat in wechselndem Ve hältniss: Portlandcemente. Das Abbinden derselben rührt her von der Hydratisation des Orth calciumsilicates entsprechend der aus folgenden Formeln ausgedrückten Reaction:

$$2SiO_2 . 3CaO + 3H_2O = 2(SiO_2 . 2CaO). \quad H_2O + 2Ca(OH)_2$$

begleitet von der Hydratisation des Aluminates, welches mit Portlandcement von gewöhnlich Zusammensetzung vorwiegend das Monocalcium ist und hydratisirt wird durch Aufnahme von $7H_2$

$$Al_2O_3 . CaO + 7H_2O = Al_2O_3 . CaO . 7H_2O.$$

Nach Liamin (J. 1897 u. 1899) enthielt erhärteter Portlantcementmörtel bis 34 Pro freies Kalkhydrat. Es wurden einige Proben der seit 30 Jahren im Schwarzen Meere, am Pot hafen, aus Portlandcementmörtel ausgeführten und sehr gut bewährten Betonquadern entnomm und untersucht. Die Proben haben auf der Oberfläche eine dünne, etwa 3 mm dicke, aber se feste Rinde. Die Menge der Kohlensäure in dieser 3 mm dicken Rinde war 20 Proc.; nach d Mitte der Proben weitergehend, nahm die Menge der Kohlensäure rasch ab, so dass 6 mm vo der Oberfläche entfernt die Menge der Kohlensäure nur 5 bis 6 Proc. war und in 2 cm Entfernun nur Spuren von Kohlensäure zu ermitteln waren. Dagegen war freies Kalkhydrat, welches a der Oberfläche gar nicht vorhanden war, in der Mitte der Hauptmasse reichlich — bis 34 Proc. - vorhanden.

Cementprüfung[1]). Bei der Untersuchung der Cemente ist auf die neuerdings (a Empfehlung von Michaëlis) leider vielfach ausgeführte Vermischung des Cementes m Schlackenmehl zu achten (S. 776). Nach Fresenius soll unverfälschter Cement zeigen a) Ein spec. Gew. von mindestens 3,125, jedenfalls nicht geringer als 3,1. b) Einen Glühverlu zwischen 0,34 und 2,59 Proc., jedenfalls nicht erheblich höher. c) Eine Alkalinität der Wasse

---

1) J. 1880, 499 u. 507; 1881, 527; 1883, 642 u. 655; 1885, 628; 1887, 840; 1888, 818 1889, 839; 1890, 769; 1891, 796 u. 803; 1892, 650; 1893, 723 u. 759; 1894, 771; 1895, 776 1896, 728; 1898, 736; 1899, 699.

lösung von 0,5 g Cement entsprechend 4 bis 6,35 cc Zehntelnormalsäure. d) Einen Verbrauch von Normalsäure bei der directen Behandlung von 1 g Cementpulver zwischen 18,80 und 21,67 cc, jedenfalls nicht wesentlich weniger. e) Einen Verbrauch an Chamäleonlösung durch 1 g Cement zwischen 0,79 und 2,80 mg übermangansaures Kali, jedenfalls nicht erheblich mehr. f) Eine Kohlensäureaufnahme durch 3 g Cement von 0 bis 1,8 mg. (J. 1891, 793.)

In Deutschland[1]) gelten Bestimmungen für die Prüfung von Portlandcement (sog. Normen, welche jedoch nur für Portlandcement gelten; vgl. J. 1887, 826), denen folgende entnommen sein mögen:

I. Verpackung und Gewicht. In der Regel soll Portlandcement in Normalfässern von 180 k brutto und etwa 170 k netto und in halben Normalfässern von 90 k brutto und etwa 83 k netto verpackt werden. Das Bruttogewicht soll auf den Fässern verzeichnet sein.

II. Bindezeit. Je nach Art der Verwendung kann Portlandcement langsam oder rasch bindend werden. Als langsam bindend sind solche Cemente zu bezeichnen, welche erst in zwei Stunden oder in längerer Zeit abbinden.

III. Volumbeständigkeit. Portlandcement soll volumbeständig sein. Als entscheidende Probe soll gelten, dass ein auf einer Glasplatte hergestellter und vor Austrocknung geschützter Kuchen aus reinem Cement, nach 24 Stunden unter Wasser gelegt, auch nach längerer Beobachtungszeit durchaus keine Verkrümmungen oder Kantenrisse zeigen darf.

IV. Feinheit der Mahlung. Portlandcement soll so fein gemahlen sein, dass eine Probe desselben auf einem Sieb von 900 Maschen auf 1 qc höchstens 10 Proc. Rückstand hinterlässt. Die Drahtstärke des Siebes soll die Hälfte der Maschenweite betragen.

V. Festigkeitsproben. Die Bindekraft von Portlandcement soll durch Prüfung einer Mischung von Cement und Sand ermittelt werden. Die Prüfung soll auf Zug- und Druckfestigkeit nach einheitlicher Methode geschehen, und zwar mittels Probekörper von gleicher Gestalt und gleichem Querschnitt und mit gleichen Apparaten. — Daneben empfiehlt es sich, auch die Festigkeit des reinen Cementes festzustellen. — Die Zerreissungsproben sind an Probekörpern von 5 qc Querschnitt der Bruchfläche, die Druckproben an Würfeln von 50 qc Fläche vorzunehmen.

VI. Zug- und Druckfestigkeit. Langsam bindender Portlandcement soll bei der Probe mit 3 Gewichtstheilen Normalsand[2]) auf 1 Gewichtstheil Cement nach 28 Tagen Erhärtung — 1 Tag an der Luft und 27 Tage unter Wasser — eine Minimal-Zugfestigkeit von 16 k auf 1 qc haben. Die Druckfestigkeit soll mindestens 160 k auf 1 qc betragen. — Bei schnell bindenden Portlandcementen ist die Festigkeit nach 28 Tagen im Allgemeinen eine geringere, als die oben angegebene. Es soll deshalb bei Nennung von Festigkeitszahlen stets auch die Bindezeit aufgeführt werden.

Fertiger Cement verliert beim Lagern in feuchter Luft an Festigkeit, wie Untersuchungen von Tomei (J. 1888 u. 1889) bestätigen. Bei Verarbeitung des Cementes ist darauf zu sehen, dass der verwendete Sand möglichst rein ist; Thon, Humusstoffe u. dgl. vermindern die Festigkeit des Cementes erheblich. Die Festigkeit wird vermindert durch zu viel und auch durch zu wenig Wasser, besonders aber, wenn der mit Wasser und Kalk gemengte Cement nicht rasch verarbeitet wird, so dass schon ein theilweises Abbinden stattfindet. Hat der verarbeitete Cement abgebunden, so muss er einige Tage lang vor Austrocknen geschützt werden.

Wenn man bei strenger Kälte Cementarbeiten ausführen muss, so ist das ohne erhebliche Nachtheile möglich, wenn man den Mörtel mit möglichst geringem Wasserzusatz verarbeitet. (J. 1888, 821.)

Das Treiben des Cementes wird durch hohen Kalkgehalt, zuweilen durch Gyps (J. 1891, 803; 1894, 772), besonders aber durch Magnesia[3]) veranlasst; mehr wie 5 Proc. Magnesia sollte Cement nicht enthalten. Chlormagnesium wirkt schädlich. Concentrirte Chlorcalciumlösungen bewirken Treiben (J. 1889, 850); nach Candlot (J. 1892) verzögern schwache Chlorcalciumlösungen (bis 0,5 Proc.) das Abbinden, concentrirtere beschleunigen es. Schwache Chlorcalciumlösungen erhöhen die Festigkeit des Cementmörtels. Wenig Zucker scheint günstig zu wirken (J. 1889, 851).

Farbenzusätze vermindern die Festigkeit des Cementes zuweilen bedeutend. Der Zusatz von 17 Proc. einer rothen Farbe, welche 22 Proc. Schwefelsäure enthielt, verdarb den Cement vollständig (vgl. J. 1880, 517; 1882, 667; 1889, 848).

---

1) Normen für Oesterreich: J. 1889, 843; 1890, 775; für Russland: J. 1891, 805; 1892, 649; für die Schweiz: J. 1887, 840; für Amerika: J. 1884, 699.

2) Sand von Freienwalde (J. 1891, 793).

3) J. 1886, 587; 1888, 818; 1889, 830; 1890 771; 1891, 793; 1892, 650; 1893, 734; 1894, 771; 1895, 761; 1898, 725.

Ueber den Einfluss des Meerwassers auf Portlandcement bez. Beton si eine Menge von Beobachtungen und Versuchen ausgeführt[1]), welche ergaben, dass es besond darauf ankommt, den Mörtel bez. Beton möglichst dicht herzustellen, damit das Meerwasser die gelösten Chloride nicht eindringen können.

Bemerkenswerth ist auch, dass kohlensäurehaltiges Wasser zerstörend auf Cementp einwirkt[2]).

Oele wirken auf Cementmörtel um so nachtheiliger, je poröser derselbe ist, je leichter a die Oele in den Mörtel eindringen können; bei Anwendung eines undurchdringlichen Mört (1 Cement : 1 Sand), der durch sorgfältiges Nasshalten gut erhärtet ist, kann man Ceme arbeiten herstellen, die den Oelen vollkommenen Widerstand leisten, so z. B. Oelbehält Maschinenfundamente, welche dem Einfluss der Schmieröle ausgesetzt sind u. dergl. me (J. 1892, 655).

Portlandcementbeton, im Freien gelagert, ergab nach Dyckerhoff (J. 188 folgende Druckfestigkeiten:

Betonmischung nach Volumtheilen	7 Monate	1 Jahr	10 Jahre
1 Cement, 6 Kiessand, 10 geschl. Kalksteine	121,0	165,3	233,0
1 „ 7 „ 11 „ Sandsteine	83,0	103,2	158,0
1 „ + 1 Kalkteig } 8 „ 13 „ „	91,2	120,0	217,0

Die Zahlen geben ein Bild von der bedeutenden Festigkeitszunahme von Portlandcemen beton, welcher 10 Jahre lang den Witterungseinflüssen ausgesetzt war. Der damals verwende Cement gab 18 k Zugfestigkeit bei der Normenprobe.

Hydraulische Zuschläge. Trass ist eine Art Trachyttuff, welcher in bedeutende Mengen im Brohl- und Nettethal angetroffen wird. Der Trass ist wesentlich ze trümmerter und zerriebener Bimsstein, welchen die vulkanischen Kegelberge der Rhei ufer lieferten. Schon seit dem dritten Jahrhundert verwendet man Trass zur He stellung von hydraulischem Mörtel und bearbeitet daraus Quadern. (J. 1893, 744 1896, 769.)

Trasse und Bimssteine aus dem Brohlthale bei 110 bis 120° getrocknet, en hielten:

	Bergtrass	Blauer Trass	Gemahlener Trass aus Trassknuppen	Gemahlener Trass aus Tuffstein	Bimsstein
SiO_2 . . .	58,25	55,59	56,85	55,56	57,21
Al_2O_3 . .	23,19	24,18	23,89	22,60	23,78
FeO . . .	0,53	0,87	0,40	0,59	0,22
Fe_2O_3 . .	0,17	0,67	0,74	1,21	0,50
MnO . . .	0,47	0,59	0,50	0,50	0,42
CaO . . .	3,51	3,57	3,87	3,89	1,88
MgO . . .	1,30	1,78	1,28	1,77	0,50
K_2O . . .	4,80	2,71	2,05	3,04	3,69
Na_2O . .	4,87	2,97	2,48	3,68	4,87
SO_3 . . .	0,37	0,19	0,11	0,24	0,27
H_2O . . .	2,91	6,80	7,49	7,61	6,56

Zu erwähnen ist die Schwemmsteinfabrikation aus Bimsand (J. 1892, 678 1895, 779).

Puzzuolane (Puzzuolanerde) findet sich bei Puzzuoli bei Neapel, dem Puteol der Alten, ferner an der südwestlichen Seite der Apenninenkette, in der Gegend vo Rom bis gegen die pontinischen Sümpfe und Viterbo. Sie besteht aus 44,5 Proc.

1) J. 1888, 824; 1889, 848; 1892, 670; 1893, 722; 1894, 781; 1895, 761; 1896, 731 u. 755; 1897, 729 u. 743; 1899, 698 u. 704.

2) 1889, 849; 1896, 744; 1897, 754; 1898, 733; 1899, 704.

Kieselsäure, 15 Proc. Thonerde, 8,8 Proc. Kalk, 4,7 Proc. Magnesia, 12 Proc. titanhaltigem Eisenoxyd, 5,5 Proc. Kali und Natron und 9,2 Proc. Wasser. Des geringen Kalkgehaltes halber muss sie mit Kalk gemengt werden, um einen hydraulischen Mörtel zu bilden. Bei dem Bau des Leuchtthurmes von Eddystone wurden gleiche Theile gepulverter Puzzuolane und zu Pulver gelöschten Kalkes verwendet (vgl. J. 1882, 636; 1883, 648).

Santorin ist ein von den griechischen Inseln Santorin, Theresia und Asprosini stammender, an der Küste von Dalmatien und in Venedig häufig zu Wasserbauten angewendeter natürlicher Cement, welcher mit dem Trass den vulkanischen Ursprung und das äussere Ansehen gemein hat, von demselben sich aber durch seine weit geringere Aufschliessbarkeit in Säure unterscheidet.

Puzzolancemente. Unter der Bezeichnung Puzzolancement, Victoriacement, kommen innige Gemische von möglichst fein gepulverter Schlacke und zu Pulver gelöschtem Kalk in den Handel, welche bei genügender Feuchtigkeit zwar langsam aber ziemlich hart werden, so dass sie für manche Zwecke Verwendung finden. (J. 1885, 820; 1886, 577; 1889, 783.) Die aus dem Hochofen fliessende Schlacke wird durch kräftige Wasserstrahlen gekörnt. Zum Trocknen ist der Apparat von Ruelle zu empfehlen. Wie Fig. 605 bis 607 zeigen, sind im Feuerraum A eiserne gebogene Rohre angebracht, in denen die eingepresste Luft erhitzt und in der Pfeilrichtung bei B (Fig. 607) in den Trockencylinder getrieben wird. Letzterer besteht aus zwei schwach kegelförmigen Trommeln von etwa 10 m Länge. Der innere Kegel ist an der Herd-

Fig. 605.

Fig. 606.

Fig. 607.

seite am weitesten. Er ist im Innern mit vier rinnenartigen Schrauben F versehen, welche so gebaut sind, dass die Massen emporgehoben werden und wieder zurückfallen. Diese Schrauben haben einen langsamen Gang beim Eintritte der Schlacke und einen schnellen beim Austritte derselben. Sie haben auch den Zweck, die Füllmasse in passender Weise gegen die Feuergase und die heisse Luft fortzubewegen. Am Ende

des inneren Kegels befinden sich Oeffnungen, welche dazu dienen, die Masse in äussere Trommel fallen zu lassen. Im Raum zwischen der inneren und äusseren Tromm bewegt sich die Masse wieder gegen den Füllkasten zu, wobei sie ihre Wärme an innere Trommel grösstentheils abgibt. Die Bewegung wird durch Schrauben E von e gegengesetztem Gange hervorgebracht. — Die äussere Trommel verengt sich gegen d Herd zu. Sie ist mit zwei Reifen versehen, welche ihrerseits auf vier Frictionsroll ruhen. Ausserdem wird dieselbe in der Mitte von einem grossen Zahnrade umfas welches seinen Antrieb durch ein Getriebe erhält. Dieser Trockenapparat gibt 2 trockener Schlacke in 24 Stunden bei einem Kohlenverbrauche von 6 k auf 100 trockener Masse und bei einem Arbeitsaufwande von 6 bis 7 Pf.

Frost wirkt auf frische Schlackencementbauten zerstörend, so dass derartige Arbeit unter 0° nicht zulässig sind. Zu berücksichtigen ist ferner, dass der Schlackencement in erst Linie zu Arbeiten unter Wasser oder in feuchter Atmosphäre zu verwenden ist. Sein Erhärtung vorgang ist von demjenigen solcher Cementsorten, deren Kalk mit den hydraulischen Faktor sich im Feuer chemisch verbunden hat, insofern ein verschiedener, als die Einwirkung des Kalk auf das Schlackenmehl allmählich und in gelöstem Zustande vor sich geht; denn sobald de Schlackencementmörtel das überschüssige Wasser durch Absaugen genommen wird, verliert die Fähigkeit, kräftig zu erhärten. Der Schwerpunkt des Erhärtungsprocesses liegt bei Schlackencement in der kräftigen und nachhaltigen Nacherhärtung, welche mit einer Wasserau nahme verbunden ist. Es ist daher bei Verwendung des Schlackencementes für Luftbauten in besondere darauf zu achten, dass dieselben in den ersten 14 Tagen möglichst gleichmässig feuc gehalten werden (J. 1887, 833).

Eine weitere, schlimme Eigenschaft der Schlackencemente ist ihre Neigung zu Trocke oder Schwindrissigkeit, welche sich nur durch sachgemässe Behandlung, vor Allem durc grobe Mahlung der Schlacke (zu Verputzarbeiten) und Zusatz entsprechender Magerungsmitte mildern lässt. Gegen äussere mechanische Einwirkungen vermag reiner Schlackencement au mehrfachen Gründen keine belangreiche Widerstandsfähigkeit entgegenzusetzen. Voraussichtlic wird daher auch der Schlackencement für Constructionen an der Luft, welche einer Abnutzun unterworfen sind, keine Bedeutung erlangen. — Als eine für manche Anwendungsgebiete nacl theilige Eigenschaft des Schlackencementes muss endlich noch seine meist geringe Anfangs härte bezeichnet werden. Alle künstlichen und natürlichen Puzzolane theilen mit der wirk samen Hochofenschlacke die Eigenthümlichkeit, erst nach Ablauf einiger Zeit kräftig zu erhärten

Gemischte Cemente[1]). Wie bereits S. 772 erwähnt, setzt seit einigen Jahre eine — glücklicher Weise nur sehr kleine — Zahl Fabrikanten und Händler de fertigen Cemente eine gewisse Menge gepulverte Hochofenschlacke zu, angeblich um de Cement zu verbessern. Ein guter Portlandcement wird durch derartige Zusätze nich verbessert. Das Zumischen von Schlacke zu Portlandcement ist also ebenso wie di sog. Verlängerung der Farben mit Schwerspath und Gyps eine Täuschung des Käufer und somit verwerflich, es sei denn, dass derartige Zusätze beim Verkauf ausdrücklich angegeben werden.

---

1) J. 1884, 709; 1885, 620, 628 u. 632.

Anhang.

Wirthschaftliche Bedeutung der chemischen Industrie Deutschlands.

Der Werth der Gesammtproduction der chemischen Industrie Deutschlands beträgt jetzt etwa 1000 Millionen Mark. Nach den vom Reichsamt les Innern für das Jahr 1897 veranstalteten Productionserhebungen ergaben sich

	Menge	Werth
Chemische Industrie .	8 311 279 t	947 902 570 Mark
Glasindustrie . . .	524 907	115 215 000
Thonwaaren . . .	—	113 777 456
Kalk, Cement . .	—	rd. 100 000 000

Auswärtiger Handel des deutschen Zollgebiets im Jahre 1899 und 1898: (für 1896 und 1897 s. J. 1898, 224). (1 hk = 100 k.)

In der Ordnung des statistischen Waarenverzeichnisses.

	Einfuhr				Ausfuhr			
	1899		1898		1899		1898	
	hk	1000M.	hk	1000M.	hk	1000M.	hk	1000M.
älle (bes. Kleie) . . .	10 299 026	82945	8 566 563	67419	1 384 670	13811	1 252 200	12304
ımwolle und Baumollenwaaren . . .	3 942 736	331695	4 205 960	336087	1 002 914	263391	938 851	231886
i und Bleiwaaren . .	561 819	18541	481 971	13333	413 697	18533	413 160	16951
rsten u. dgl.	9 173	3117	8 477	2749	22 993	12301	20 522	9650
guerie-, Apotheker-ıd Farbwaaren . .	12 850 801	257833	14 126 038	230027	7 964 484	366582	7 430 441	339953
Davon [1]):								
wefeläther, Collodium .	55	4	8	1	8 884	711	4 973	373
ıerische Oele	4 161	5938	3 644	5435	3 511	3862	2 871	2871
-, Farben- u. Pastellstifte	1 148	272	859	193	13 489	4098	13 321	4662
ke, Lackfirnisse . . .	8 461	1354	9 127	1825	15 110	2418	12 939	2070
er- u. Waschfarben, Tusche	1 349	142	1 335	140	27 253	3270	22 989	2759
amarin	611	40	491	33	43 100	2284	41 202	2184
dhölzer, Zündkerzchen .	3 195	160	5 427	271	18 198	764	21 166	889
blutlaugensalz	82	11	467	54	6 567	887	4 693	563
nkalium	30	6	19	4	16 453	3291	19 065	3908
ronblutlaugensalz . . .	239	22	441	41	4 391	430	3 384	332
lsäure, oxalsaures Kali .	156	9	870	52	23 987	1271	23 539	1342
kali	1 328	40	1 652	69	100 057	4002	85 293	2985

1) Besonders angeführt sind hier die Waaren, deren Ein- oder Ausfuhrwerth mindestens 500 000 Mark Werth entsprechen.

	Einfuhr				Ausfuhr		
	1899		1898		1899		1898
	hk	1000M.	hk	1000M.	hk	1000M.	hk
Aetznatron	12 672	253	5 795	104	38 845	855	50 752
Alaun; Thonerde	1 419	16	1 522	16	254 855	2294	227 647
Buchdrucker-, Kupferdruckerschwärze	368	37	360	40	13 011	1691	12 460
Chlorkalk	3 235	36	1 541	17	174 228	1829	168 136
Farbholzextracte	35 366	2652	41 601	3120	14 010	1107	11 785
Gelatine, Cylinderlack	759	175	935	215	7 548	1887	7 113
Leim	33 106	2251	34 391	2339	58 230	4367	48 440
Russ	7 111	613	6 991	608	15 916	637	13 767
Sprengstoffe	223	26	360	42	32 485	3801	31 348
Zündwaaren	944	76	778	62	14 556	1674	11 460
Natron, doppelkohlensaures	1 900	21	2 231	25	8 786	220	9 848
Soda, calcinirte	5 145	49	5 242	47	405 661	3854	371 063
Potasche	17 368	521	14 860	416	119 168	3575	134 559
Soda, krystallisirte	920	5	2 177	12	17 046	102	19 416
Albumin	2 439	1073	2 610	1253	2 082	500	1 175
Alizarin	376	39	392	43	95 869	11312	93 205
Alkaloide	361	2412	342	2736	424	4240	403
Ammoniak, kohlens. u. salzs., Salmiakgeist	14 086	845	15 781	868	27 810	1391	27 954
Ammoniak, schwefelsaures	288 676	5774	302 536	5143	15 534	311	40 825
Anilinöl, Anilinsalze	11 129	1057	7 285	801	122 754	11662	123 603
Anilin- und andere Theerfarbstoffe	10 212	3370	10 286	3754	227 046	74925	197 123
Anthracen	43 652	1746	80 268	3211	2	0	53
Antipyrin	53	69	14	38	223	379	170
Arsenik, weisser	5 250	210	1 789	73	7 764	357	9 658
Arsenverbindungen	322	18	75	4	9 257	546	6 942
Barytsalze	591	15	818	20	22 742	682	23 365
Chlorbaryum	23 169	255	23 770	261	24 222	266	30 589
Berlinerblau	963	58	774	39	6 683	1203	6 035
Bleiweiss	7 032	253	8 223	263	163 597	6544	164 733
Bleizucker, Bleiessig	712	30	1 294	58	14 035	533	11 189
Borax, Borsäure	25 702	874	25 096	791	28 755	1150	20 093
Brechweinstein u. dgl.	5 081	635	3 943	493	5 876	852	4 003
Brom	2	1	—	—	1 086	407	951
Bromkalium	55	19	67	22	2 608	1095	3 103
Calciumcarbid	63 740	2103	—	—	6 363	216	—
Chinarinde	39 231	3531	35 366	2476	1 014	254	943
Chinin	140	532	36	119	2 109	8014	2 009
Chlorkalium	4 430	64	4 215	59	1 010 450	14550	962 358
Chlormagnesium	293	1	521	2	142 380	548	142 363
Chlorsaures Kali	12 971	817	13 270	876	6 804	442	8 107
Chromsaures Kali	5 097	296	6 862	439	6 594	382	6 888
Chromsaures Natron	4 088	172	3 284	148	20 640	867	21 395
Citronensäure	2 907	532	1 683	378	1 193	308	1 180
Dividivi	85 216	1619	71 404	1357	16 954	339	11 712
Eisenalaun, Eisenbeizen	7 766	78	8 823	88	4 716	47	6 986
Blauholz	287 347	3304	283 389	3401	66 478	831	75 456
Galläpfel	24 976	2978	28 691	3045	1 978	249	943
Gerbsäure	587	26	685	27	6 268	1504	5 767
Quebrachoholzextract	65 941	1649	229 343 (Quebrachoholzextract und andere Gerbstoffextracte zusammen)	5734 (zusammen)	58 553	1757	64 253 (Quebrachoholzextract und andere Gerbstoffextracte zusammen)
Andere Gerbstoffextracte	223 648	5591			19 173	575	
Glycerin, gereinigtes	19 046	1809	12 936	1229	46 309	4538	56 835
„ rohes	91 318	6849	82 685	4961	981	74	2 247
Goldpräparate	1,84	72	1,25	40	58,99	2301	60,57

	Einfuhr				Ausfuhr			
	1899		1898		1899		1898	
	hk	1000M.	hk	1000M.	hk	1000M.	hk	1000M.
mi arabicum	35 481	3279	31 512	2982	11 418	1233	8 936	965
geist	30 922	2783	26 241	2021	7 364	773	8 207	755
go	11 078	8309	10 362	8290	13 643	7845	9 180	7574
. . . .	1 913	4496	2 156	5067	264	647	261	639
alium	89	111	164	205	1 448	3620	1 352	3380
und Kalimagnesia, hwefelsaure	5 334	64	9 985	110	328 448	4631	271 048	3388
, holzessigsaurer . . .	141 905	2200	116 058	1683	2 615	41	14 506	210
pher	10 686	2672	10 711	1928	3 562	1140	4 578	1145
olsäure	39 681	1825	40 434	1779	28 503	1482	17 432	872
chu	72 371	2388	64 872	2076	11 785	412	11 401	388
chenkohle	68 151	682	61 430	491	31 297	407	29 780	417
chenmehl	259 852	2599	267 577	2408	109 653	1206	129 515	1295
ppern u. dgl.	133 243	2945	121 458	2668	12 934	310	6 827	164
ensäure	189	3	549	11	36 184	651	30 051	601
erfarben	436	61	371	48	4 547	537	4 762	514
farben	29	7	89	22	9 562	669	9 394	658
ganpräparate	1 439	130	461	41	7 280	837	7 815	899
nige	7 745	263	4 881	144	70 759	2477	78 791	2403
eralwasser	86 254	2415	73 070	2046	391 883	7838	375 836	7517
obalanen	99 452	1193	108 849	1306	12 803	179	7 849	110
on, schwefelsaur. . . .	75 603	227	78 238	235	381 777	1145	322 507	968
schwefligsaur. . .	2 132	21	1 244	12	54 954	550	50 199	502
phor	3 767	1224	2 647	1006	1 249	437	882	353
rachoholz	802 985	4015	1 135 067	6234	11 787	71	11 025	72
ylsäure	30	8	55	15	4 519	1491	4 595	1379
esalpeter	5 269 437	77724	4 250 540	61633	139 097	2295	128 838	2126
salpeter	17 850	652	18 953	692	151 460	5528	109 686	4004
etersäure	13 418	309	5 959	137	13 538	311	11 311	260
säure	33 244	150	34 212	154	130 370	587	133 933	603
esspulver	79	11	45	6	26 517	7955	24 921	5233
wefel	311 959	2808	302 694	3027	6 203	62	6 522	72
wefelsäure	125 402	752	90 150	496	373 270	2240	352 415	1938
ersalze	20	120	—	—	119	714	—	—
nkohlentheeröle, leichte .	52 915	1217	59 146	1656	27 548	826	16 112	451
stoffe, künstliche . . .	97	184	—	—	441	926	—	—
ach	57 739	1044	62 915	997	2 289	46	4 984	89
erphosphat	868 768	5647	1 101 040	5725	790 595	5732	728 474	4517
pentinöl	239 501	16377	260 368	12600	13 829	967	14 235	710
iol, blauer	13 839	609	19 466	662	31 298	1408	16 032	545
nhefe	62 597	1815	50 102	1453	241	7	451	13
nstein	20 316	1727	21 998	1870	5 022	753	4 215	632
nsäure	1 302	281	726	160	14 085	3042	14 425	3174
asche	42 123	1938	36 525 (zusammen)	1461 (zusammen)	151 606	7580	186 741 (zusammen)	7096 (zusammen)
opon	133	3			43 285	1169		
nober, rother	88	46	108	50	1 866	1008	2 095	1006
ostoffe u. dgl., nicht bes. nannt	13 471	1010	17 437	1308	57 209	11156	50 394	9827
ugnisse, rohe, nicht bes. nannt	93 195	7922	80 787	6867	34 355	5153	28 373	4256
mische Fabrikate, nicht s. genannt	66 256	9938	68 941	10341	224 198	44840	201 402	40280
en und Eisenwaaren	8 398 392	107544	5 238 075	68209	15 098 866	424437	16 262 234	365141
Besonders:								
eisen	6 126 518	39935	3 845 607	19616	1 820 907	12091	1 873 751	10136

	Einfuhr				Ausfuhr			
	1899		1898		1899		1898	
	hk	1000M.	hk	1000M.	hk	1000M.	hk	1
Erden, Erze, edle Metalle	73 568 701	499691	61 517 412	511169	56 897 691	237181	54 822 013	3
Besonders:								
Abraumsalze	1 823	5	169	0	3 678 275	7908	3 708 292	
Roman-, Portland-Cement .	625 155	1210	534 755	1271	5 286 768	19825	4 977 800	
Kalk, Aetzkalk, Mörtel . .	2 299 120	3219	2 423 973	5333	849 154	1528	848 918	
Phosphat	4 074 571	17317	2 709 881	10840	25 043	160	50 997	
Kaolin, Feldspath, Thon . .	2 352 329	10036	2 081 860	8351	1 434 061	2916	1 290 815	
Kryolith	12 674	887	10 364	725	3 122	212	2 611	
Magnesia	117 331	587	92 085	460	31 188	156	21 300	
Schwerspath	23 794	83	18 893	66	465 000	1628	410 918	
Bleierze	616 343	12004	628 171	9906	17 027	285	17 977	
Chromerz	149 146	1312	58 473	453	1 122	10	503	
Eisenerze	41 653 722	70248	35 165 772	54484	31 198 776	10596	29 337 336	
Gold- und Platinaerze . .	1 481	5206	5 490	5387	51	41	174	
Kobalt- und Nickelerze . .	134 686	1286	64 329	614	85	4	151	
Kupfererze	41 866	2718	19 102	1269	336 560	5798	223 654	
Manganerze	1 968 252	9063	1 307 105	5263	70 404	421	48 096	
Schlacken von Erzen . . .	8 927 635	15766	6 851 175	10535	255 649	424	299 313	
Schwefelkies	4 377 322	15044	3 768 168	8738	169 849	329	192 195	
Silbererze	74 492	5690	69 319	5089	—	—	12	
Thomasschlacken	683 054	1902	883 742	1950	1 993 818	6231	1 875 979	
Zinkerze	578 801	5816	480 500	3604	251 919	2267	304 079	
Erze, nicht bes. genannt . .	35 615	2671	22 767	1708	1 901	143	210	
Gold, gemünzt	507,69	127481	603,55	151117	485,94	122194	829,92	20
„ roh	515,39	143794	629,37	175091	48,50	13551	48,51	
Pagament, Bruchgold, Bruchsilber	444,63	14895	547,93	18082	0,69	23	0,20	
Silber, gemünzt	334,48	2425	401,32	2861	83,22	912	469,32	
„ roh	899,30	7284	1047,70	8303	2940,39	23964	3487,33	2
Flachs u. dgl.	2 336 322	93055	2 742 074	94818	581 747	23387	543 154	2
Getreide und andere Erzeugnisse des Landbaues	66 456 605	857320	71 721 641	932080	8 274 244	122331	7 768 678	11
Glas und Glaswaaren .	141 709	10495	141 437	10420	1 218 855	42596	1 124 272	3
Haare	162 730	57179	152 228	50910	54 791	34225	50 419	2
Häute und Felle . . .	1 193 018	187610	1 367 754	184593	523 359	98317	461 742	8
Holz u. andere Schnitzstoffe	53 293 286	368953	53 013 042	387771	5 626 462	120747	6 074 987	11
Hopfen	30 715	8663	23 855	9423	76 978	17053	74 276	2
Instrumente, Maschinen	1 504 385	81495	1 011 550	60750	2 832 450	250455	2 322 946	21
Kautschuk und Guttapercha	151 765	90517	116 266	67797	104 082	77289	68 574	5
Kleider und Leibwäsche	4 174	11838	3 670	10299	103 187	141903	95 973	10
Metalle	849 520	132080	875 792	101889	593 759	127240	549 370	9
Darunter:								
Aluminium	9 220	1798	11 039	2328	2 301	449	1 246	
Antimon, metallisches . . .	14 860	1129	17 288	1176	665	51	896	
Arsen, metallisches . . .	—	—	—	—	168	20	221	
Kupfer, rohes	700 914	104033	732 905	78846	70 614	10395	69 716	
Scheidemünzen, Bruchkupfer	49 922	7013	47 196	4614	52 168	7219	36 356	
Messing und Tombak . . .	20 960	2226	17 326	1365	50 589	5416	56 367	
Nickelmetall	13 912	3339	14 669	3447	2 950	708	2 033	
Quecksilber	5 719	2802	5 603	2381	231	116	973	
Kurze Waaren	8 939	46809	8 286	43800	358 466	141568	334 696	12
Leder und Lederwaaren	116 264	60196	130 826	61158	198 572	166058	173 455	14

	Einfuhr				Ausfuhr			
	1899		1898		1899		1898	
	hk	1000M.	hk	1000M.	hk	1000M.	hk	1000M.
ıengarn, Leinwand	231010	31351	254942	31805	148619	26737	128436	22804
rarische und Kunstgenstände	57744	44449	53533	41587	183544	139207	180303	135323
erial-, Konditoraren u. dgl.	13959626	691315	13742736	693733	17495936	369921	17958692	374843
Darunter:								
. . . .	751916	9540	689645	8758	966812	19594	910991	18290
ntwein	124209	10025	261773	12728	372706	11464	382018	12114
(ausser Weinhefe) . .	126	13	138	14	8741	699	8802	748
, Essigsäure in Fässern	1805	39	1685	35	25283	935	27619	1050
in Flaschen	87	9	25	2	22490	1709	19891	1989
und Most in Fässern .	594689	34012	567997	32014	134039	9236	130640	9018
umwein	27891	6275	26779	6025	18277	2065	18011	2035
, ausser Schaumwein .	6697	1113	6691	1108	79834	10616	79651	10984
ker	11266	402	10980	382	9393067	203559	10325208	212357
anderweit nicht genannt, d Fette	7630243	200338	7733010	196785	1758728	34233	1555193	32116
ier und Pappwaaren	427067	15379	431650	14586	1337503	97293	1828025	95915
werke	7891	2322	7630	2310	5715	4797	4256	3978
roleum	10763581	97309	10569041	80173	155778	1857	140281	1341
Darunter:								
nkohlentheer- u. Schiefer-	930	9	756	8	88	1	23	0
leum, roh	57853	460	103914	914	54	1	24	0
„ raffinirt	8971750	72794	8896747	60744	10825	127	12726	137
leumdestillate . . .	81085	1082	56239	326	36656	669	41090	399
ieröle, mineralische . .	1066243	17593	970280	15039	11982	204	13436	215
le und Seidenwaaren	71284	200588	66758	165646	68968	181247	64058	158778
e und Parfümerien .	21221	2412	13491	1924	84430	16668	75155	14157
ne und Steinwaaren	11923023	46259	10939041	37843	6430178	35224	6026930	27935
len u. dgl.	154369437	157939	147238976	132941	165168761	233551	164825143	206292
Darunter:								
nkohlen	86167511	60317	84501493	55771	209245	146	221547	146
. . . .	4625767	10351	3325785	6710	21379849	45962	21331789	40791
kohlen	62204885	85401	58203322	68950	139431737	180185	139892226	159702
. . . .	113584	98	119547	102	90889	86	88650	80
streu	379475	607	466435	746	34610	69	36849	88
- und Torfkohlen . .	878215	1165	622394	662	4022431	7103	3254082	5485
er; Pech; Harze; sphalt	2639560	35913	2443798	38159	932855	11503	852860	9872
ere und thierische roducte	1823011	175697	1707825	143428	112138	13607	96711	8334
nwaaren	2308757	9506	2383183	8244	4647769	64090	4749556	59661
h	1574122	152252	1493329	150919	133205	17291	164802	18259
	Stück		Stück		Stück		Stück	
chstuch, Wachsusselin, Wachstafft	5321	1004	5036	936	9207	1645	8336	1427
lle u. Wollenwaaren	2441417	559640	2343519	412655	773029	359315	748114	311614
k und Zinkwaaren .	239744	12094	243773	10052	667393	37672	677081	31224
n und Zinnwaaren .	123581	30796	147165	21602	25833	9118	22451	5826

Sachregister.

C.

D.

E.

F.

Leipzig,
Walter Wigand's Buchdruckerei.

Leipzig, Walter Wigands Buchdruckerei.